

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

**СБОРНИК ЗАДАЧ  
ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
(4-й выпуск)**

Казань – 2019

УДК 631.8(07) ВБК 40.4р.  
ББК 40.4р

**Сборник задач по агрономической химии (4-ый выпуск) / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. - 64 с.**

Сборник задач предназначен для организации внеаудиторной и аудиторной самостоятельной работы студентов агрономического факультета по агрохимии. Четвертый выпуск сборника содержит задачи по расчету норм минеральных удобрений различными способами: по нормативам затрат на единицу урожая; программному комплексу «РАДОЗ-ВВ» и тремя модификациями расчетно-балансового метода: для получения запланированной урожайности, прибавки урожая и по лимитирующему фактору.

Методические указания рассмотрены, одобрены и рекомендованы к изданию методической комиссией агрономического факультета (протокол № 6 от 25 февраля 2019 г.).

Рецензенты:

Ведущий научный сотрудник Татарского научно-исследовательского института агрохимии и почвоведения - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», д.с.-х.н., профессор Ш.А. Алиев;

Профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Казанского ГАУ д.с.-х.н. Ф.Ш. Шайхутдинов.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение .....	4
1	Определение норм минеральных удобрений по нормативам затрат на единицу урожая .....	5
2	Определение норм удобрений по программному комплексу «РАДОЗ – ВВ» .....	11
3	Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом для получения запланированной урожайности .....	18
4	Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом для получения запланированной прибавки урожая .....	26
5	Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом по лимитирующему фактору .....	33
6	Ответы .....	42
	Использованная и рекомендуемая литература .....	43
	Приложения .....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Применение удобрений - одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Это и неудивительно, поскольку само функционирование агроценозов основывается на систематическом отчуждении больших количеств биогенных элементов, которые должны быть возвращены почве в составе органических, минеральных и биологических удобрений.

В начале 21 века в странах с высокоразвитым земледелием не менее 50 % прибавки урожая получают за счет удобрений и 1 кг NPK минеральных удобрений окупается 10 кг и более зерна. К сожалению, в нашей стране, по различным причинам, окупаемость удобрений зерном примерно в два раза ниже.

Эффективность удобрений на любых почвах и на посевах всех культур в огромной степени определяется правильным определением норм и доз внесения удобрений, поэтому знание теоретических основ и практических приемов правильного установления норм удобрений представляется важнейшей компетенцией выпускников, обучающихся по направлениям «агрохимия и агропочвоведение» и «агрономия».

Данный сборник задач подготовлен для оказания помощи обучающимся в освоении методов определения норм минеральных удобрений. В сборник включены задачи по расчету норм минеральных удобрений следующими методами:

1. Определение норм минеральных удобрений по нормативам затрат на единицу урожая;
2. Определение норм удобрений по программному комплексу «РАДОЗ – ВВ»;
3. Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом для получения запланированной урожайности;
4. Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом для получения запланированной прибавки урожая;
5. Определение норм минеральных удобрений расчетно-балансовым методом по лимитирующему фактору.

В сборнике кратко изложена сущность того или иного метода определения норм минеральных удобрений, даны пояснения основным терминам, используемым при решении задач, и необходимая для расчетов справочная информация.

## 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО НОРМАТИВАМ ЗАТРАТ НА ЕДИНИЦУ УРОЖАЯ

### Пояснения и справочная информация

**Норма удобрения** - общее количество удобрений (в кг д.в./га), вносимого под сельскохозяйственную культуру в течение всего периода ее выращивания всеми способами (до посева, при посеве и после посева).

**Доза удобрения** - часть нормы удобрения (в кг д. в./ га), вносимая под сельскохозяйственную культуру тем или иным способом: до, при и после посева. Если удобрения применяются лишь одним из указанных способов, то доза численно равна норме.

**Доза (или норма) удобрения в физическом исчислении (весе)** - количество того или иного удобрения, вносимого на 1 га в кг или т.

**Нормативы затрат удобрений** – количество удобрений для получения единицы урожая основной и соответствующее количество побочной продукции, выраженное в кг д. в./ц. или кг д. в./т.

**Нормы удобрений по нормативам затрат удобрений на единицу урожая** рассчитывают по уравнению (1):

$$D = Y_n \cdot H \cdot K, \quad (1)$$

где  $D$  - норма минерального удобрения, кг д.в./га;

$Y_n$  - планируемая урожайность, т/га;

$H$  - нормативы затрат удобрений на создание единицы урожая, кг д.в./т;

$K$  - поправочный коэффициент на обеспеченность почвы питательными элементами.

В условиях Республики Татарстан поправочный коэффициент ( $K$ ) для расчета норм азотных удобрений принят равным 1. Поправочные коэффициенты на обеспеченность почвы подвижными формами  $P_2O_5$  и  $K_2O$  численно равны:

а) при очень высоком содержании  $P_2O_5$  (6 группа) – 0,5; повышенном и высоком (5-4 группы) - 0,7; среднем (3 группа) - 1,0; низком и очень низком (1-2 группы) - 1,3;

б) при очень высоком и высоком содержании  $K_2O$  - 0,3; повышенном - 0,5; среднем - 1,0; низком и очень низком - 1,2.

Нормативы затрат удобрений на единицу урожая приведены в приложении 1.

Группировки почв по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия даны в приложениях 2, 3.

Для расчета фактической нормы внесения удобрений следует пользоваться данными приложения 4.

### **Задачи**

**1.1.** В условиях выщелоченного чернозема с содержанием гумуса 6,3 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 115 и 134 мг/кг планируется получить 3,5 т/га зерна яровой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калийной соли.

**1.2.** Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, простого суперфосфата и калийной соли для внесения под ячмень. Планируемая урожайность зерна – 2,8 т/га. Почва дерново-подзолистая, содержит 2,2 % гумуса, 98 и 100 мг/кг соответственно подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ .

**1.3.** На дерново-подзолистой почве, содержащей 2,3 % гумуса, 105 и 112 мг/кг подвижного фосфора и калия соответственно, планируется получить 2,9 т/га зерна ячменя. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, простого суперфосфата и калийной соли.

**1.4.** В условиях обыкновенного чернозема с содержанием 8,8 % гумуса, 135 и 158 мг/кг подвижных форм фосфора и калия соответственно планируется получить 23 т/га клубней картофеля. Рассчитайте нормы внесения под картофель карбамида, двойного суперфосфата и хлорида калия.

**1.5.** Рассчитайте нормы внесения под кукурузу на силос жидкого аммиака, двойного суперфосфата и калийной соли, если планируемая урожайность 48 т/га. В картограммах обеспеченности почвы обменным калием и подвижным фосфором (по Чирикову) данное поле раскрашено в желтый цвет.

**1.6.** На светло-серой лесной почве, содержащей 3,2 % гумуса, 117 и 135 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора калия, планируется получить 2,7 т/га зерна овса. Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, простого суперфосфата и калийной соли.

**1.7.** На орошаемом участке планируется получить 32 т/га клубней картофеля. Почва - серая лесная с содержанием гумуса 3,8 % и по 126 мг/кг подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ . Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, двойного суперфосфата и сернокислого калия.

**1.8.** В условиях выщелоченного чернозема, который содержит 6,7 % гумуса, 118 и 125 мг/кг соответственно подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , планируется получить 3,1 т/га зерна гороха. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, преципитата и калийной соли.

**1.9.** Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, простого суперфосфата и сильвинита под озимую рожь, если почва дерново-подзолистая и содержит подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 104 и 127 мг/кг. Планируемая урожайность зерна озимой ржи 3,2 т/га.

**1.10.** На орошаемом участке плановая урожайность сахарной свеклы 62 т/га. Рассчитайте нормы внесения карбамида, двойного суперфосфата и хлорида калия, если обеспеченность почвы подвижным фосфором - высокая, а калием - очень высокая.

**1.11.** Орошаемый участок, где планируется возделывать многолетние травы, в картограммах обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия окрашен в зеленый цвет. Рассчитайте необходимые нормы внесения хлорида аммония, преципитата и калимагнезии, если планируемый урожай сена 6,2 т/га.

**1.12.** Определите нормы внесения аммиачной селитры, аммофоса и хлорида калия для получения 4,2 т/га зерна яровой пшеницы в условиях темно-серой лесной почвы. Почва содержит 5,3 % гумуса, 128 и 136 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия.

**1.13.** В картограмме обеспеченности почвы подвижными формами  $P_2O_5$  и  $K_2O$  поле, где планируется посев ячменя, раскрашено в зеленый цвет. Почва - оподзоленный среднесуглинистый, среднегумусный чернозем. Планируемая урожайность зерна ячменя – 4,6 т/га. Рассчитайте необходимые нормы внесения аммофоса, калийной соли и аммиачной селитры.

**1.14.** Рассчитайте нормы внесения аммофоса, аммиачной селитры и калийной соли под гречиху, если планируемая урожайность 2,9 т/га. Почва - выщелоченный чернозем с содержанием 7,1 % гумуса и по 125 мг/кг подвижных форм фосфора и калия.

**1.15.** В условиях типичного чернозема, содержащего 9,8 % гумуса, 140 и 118 мг/кг соответственно подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , планируется получить при орошении 65 т/га капусты. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и хлористого калия.

**1.16.** В условиях типичного чернозема, содержащего 9,2 % гумуса, 147 и 158 мг/кг соответственно подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , планируется получить при орошении 80 т/га кормовых корнеплодов. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, двойного суперфосфата и 40 % калийной соли.

**1.17.** Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, простого суперфосфата и калийной соли для внесения под викоовсяную смесь. Планируемая урожайность сена – 4,0 т/га. Почва – дерново-подзолистая, содержит 2,0 % гумуса, 109 и 113 мг/кг подвижных форм соответственно  $P_2O_5$  и  $K_2O$ .

**1.18.** На картограмме обеспеченности почвы подвижным фосфором поле окрашено в зеленый цвет, а калием – синий. Рассчитайте нормы внесения хлорида аммония, аммофоса и калийной соли для получения на этом поле 2,7 т/га зерна гречихи в условиях выщелоченного чернозема.

**1.19.** В условиях типичного чернозема, содержащего 8,5 % гумуса и по 135 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 4,8 т/га зерна озимой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения карбамида, двойного суперфосфата и калимагнезии.

**1.20.** Рассчитайте, нормы внесения аммиачной селитры, преципитата и калийной соли для внесения под горох в условиях серой лесной почвы. Почва содержит 3,9 % гумуса, 126 и 128 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Планируемая урожайность зерна гороха 3,2 т/га.



**1.21.** На выщелоченном черноземе с содержанием 7,3 % гумуса, 122 и 138 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия планируется получить 4,6 т/га зерна яровой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения аммофоса, аммиачной селитры и калийной соли.

**1.22.** В условиях серой лесной почвы с содержанием гумуса 3,7 %, подвижных форм соответственно фосфора и калия 130 и 142 мг/кг планируется получить 4,1 т/га зерна озимой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения двойного суперфосфата, хлористого калия и жидкого аммиака.

**1.23.** Рассчитайте нормы внесения под капусту аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калийной соли для получения 63 т/га урожая. Почва орошаемого участка – среднесуглинистый оподзоленный чернозем с содержанием гумуса 6,3 %, подвижных форм фосфора и обменного калия соответственно 134 и 146 мг/кг почвы.

**1.24.** Определите нормы внесения хлорида калия, преципитата и аммиачной воды для получения 2,4 т/га зерна гороха на серой лесной почве с содержанием гумуса 3,7 %, подвижного фосфора – 123 мг/кг и калия 127 мг/кг.

**1.25.** Рассчитайте нормы внесения мочевины, нитроаммофоса (Марка Б) и калийной соли для получения 5,0 т/га зерна ячменя. Почва оподзоленный чернозем, содержащий 7,2 % гумуса и по 134 мг/кг подвижных форм фосфора и калия.

**1.26.** На орошаемом участке планируется получить 72 т/га кормовых корнеплодов. Почва – выщелоченный чернозем, который содержит 8,0 % гумуса, 137 и 142 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Рассчитайте необходимые нормы внесения ЖКУ (10-34-0), карбамида и калийной соли.

**1.27.** Орошаемый участок, где планируется возделывание многолетних трав, в картограммах обеспеченности почвы подвижным фосфором окрашен в синий цвет, а калием – в желтый. Рассчитайте нормы внесения аммофоса, аммиачной селитры и калийной соли для получения с каждого гектара по 7,2 т сена.

**1.28.** Рассчитайте общую потребность в аммиачной селитре, преципитате и калийной соли для орошаемого участка площадью 80 га. Почва – темно-серая лесная, содержащая 4,7 % гумуса, по 135 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. Планируемая урожайность кукурузы на силос – 56 т/га.

**1.29.** Определите общую потребность в мочеvine, простом суперфосфате и сильвините для I-ого поля кормового севооборота. Площадь поля равна 120 га, почва дерново-подзолистая, содержащая 2,4 % гумуса и по 117 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. Планируемая урожайность сена викоовсяной смеси 4,5 т/га.

**1.30.** Рассчитайте нормы внесения калийной селитры, сульфата аммония и двойного суперфосфата для получения 4,2 т/га зерна яровой пшеницы на тяжелосуглинистой серой лесной почве с содержанием 4,1 % гумуса и по 124 мг/кг подвижных форм фосфора и калия.

## 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ УДОБРЕНИЙ ПО ПРОГРАММНОМУ КОМПЛЕКСУ «РАДОЗ – ВВ»

### Пояснения и справочная информация

В основу данного метода положены подходы к расчету норм удобрений, разработанные сотрудниками Северо-Западного НИИ сельского хозяйства Рюминым Н.Н., Сапожниковым Н.А., Корниловым М.Ф. (1965). Расчет фактической нормы внесения удобрений ( $N_{\text{фак.}}$ ) ведется по уравнению (2):

$$N_{\text{фак.}} = N_{\text{рек.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2)$$

где,  $N_{\text{рек.}}$  – средняя рекомендуемая норма внесения удобрения, устанавливаемая опытным путем, кг д. в. / га;

$K_1 \dots K_5$  – поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам в зависимости от гранулометрического состава почвы, ее кислотности, эродированности, качества предшественника, удобренности предшественника.

Средняя рекомендуемая норма зависит от двух факторов:

- а) от уровня планируемой урожайности;
- б) от степени обеспеченности почвы питательными веществами (гумусом, подвижным  $P_2O_5$  и обменным  $K_2O$ ).

Средние рекомендуемые нормы удобрений для хозяйств Республики Татарстан были разработаны сотрудниками Волго-Вятского филиала ВНИПТИХИМ (г. Казань) и одобрены Научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства Татарской АССР (протокол № 1 от 21.10.1985). Эти средние рекомендуемые нормы даны в «Методических указаниях по расчету норм удобрений и составлению планов их применения в Татарской АССР – Казань, 1985», подготовленных сотрудниками Волго-Вятского филиала ВНИПТИХИМ Ломако Е.И. и Вальниковым И.У. [9]. Извлечения из данной работы даны в приложениях 6-14.

Группировки почв по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменной кислотности даны в приложениях 2, 3 и 5. Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам приводятся в приложениях 15-20.

### **Задачи**

**2.1.** Рассчитайте нормы внесения двойного суперфосфата, аммиачной селитры и хлористого калия под яровую пшеницу для получения 3,5 т/га зерна. Почва серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 3,8 %, 116 и 125 мг/кг подвижных форм соответственно  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , слабокислая, среднесмытая. Предшественником была озимая пшеница, под которую минеральные удобрения были внесены из расчета N60P70K40.

**2.2.** На серой лесной тяжелосуглинистой слабокислой, слабосмытой почве с содержанием гумуса 4,2 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 130 и 133 мг/кг, планируется получить 4,2 т/га зерна овса. Предшественник – горох, под которого было внесено N30P90K80. Рассчитайте необходимые нормы внесения под овес жидкого аммиака, простого суперфосфата и калийной соли.

**2.3.** Необходимо рассчитать нормы внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата, калимагнезии под ячмень на серой лесной тяжелосуглинистой слабокислой среднесмытой почве с содержанием гумуса 4,1%, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 150 и 180 мг/кг. В предыдущем году на этом поле возделывалась кукуруза на силос и было внесено 30 т/га навоза в сочетании с минеральными удобрениями N60P90K130. Планируемая урожайность ячменя 3,8 т/га зерна.

**2.4.** Определите нормы внесения органических и минеральных удобрений (жидкий аммиак, преципитат, калийная соль) под картофель для получения урожая 27 т/га. Почва характеризуется следующими показателями: тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем с содержанием гумуса 7,0 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 122 и 137 мг/кг, слабокислая, среднесмытая. Предшественник – яровая пшеница была удобрена из расчета N50P60K60.

**2.5.** На тяжелосуглинистом слабосмытом оподзоленном черноземе с содержанием гумуса 8,8 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 105 и 160 мг/кг планируется получить урожай озимой пшеницы на уровне 5,0 т/га зерна. Реакция почвенной среды близкая к нейтральной. Озимая пшеница возделывается по чистому пару, где навоз был внесен из расчета 50 т/га. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли.

**2.6.** Рассчитайте нормы внесения органических и минеральных удобрений (аммиачная селитра, преципитат, калимагнезия) под картофель, возделываемого после ячменя. Под предшественник было внесено N40P40K40. Почва серая лесная супесчаная слабосмытая среднекислая, содержит гумуса 4,2 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Кирсанову) по 90 мг/кг. Планируемая урожайность картофеля 24 т/га.

**2.7.** На тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе с содержанием гумуса 7,5 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 110 и 123 мг/кг планируется получить 2,8 т/га зерна гороха. Почва не подвержена эрозии и имеет реакцию среды близкую к нейтральной. В предыдущем году на этом поле была яровая пшеница, которая получила минеральные удобрения из расчета N80P100K60. Рассчитайте нормы внесения под горох сульфата аммония, фосфоритной муки и калийной соли.

**2.8.** Определите нормы внесения сульфата аммония, преципитата и калийной соли под яровую пшеницу для получения урожая 4,3 т/га зерна. Почва - слабосмытый тяжелосуглинистый оподзоленный чернозем с содержанием 8,2 % гумуса, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 120 и 130 мг/кг, имеющий реакцию среды близкую к нейтральной. Под предшественник (картофель) было внесено 40 т/га навоза и N90P80K50 минеральных удобрений.

**2.9.** Определите нормы внесения минеральных удобрений (мочевина, аммофос, хлористый калий) под ячмень для получения 4,5 т/га зерна. Почва характеризуется следующими показателями: тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем с содержанием гумуса 8,0 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 120 и 170 мг/кг, слабокислая, среднесмытая. Предшественник (яровая пшеница) был удобрен из расчета N90P80K90.

**2.10.** Необходимо рассчитать нормы внесения сульфата аммония, преципитата и калимагнезии под вику для получения 3,5 т/га зерна. В предшествующем году на этом поле возделывалась кукуруза на силос, которая получила 30 т/га навоза и минеральных удобрений (N90P120K80). Почва – среднесуглинистый слабосмытый выщелоченный чернозем с содержанием гумуса 10,5 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 180 и 185 мг/кг, имеющий нейтральную реакцию среды.

**2.11.** На серой лесной тяжелосуглинистой слабосмытой почве с реакцией среды близкой к нейтральной ( $pH_{\text{сол}}=5,9$ ) планируется получить 40 т/га силосной массы кукурузы. Содержание гумуса в почве 4,1 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Кирсанову) соответственно 80 и 110 мг/кг. Под предшественник (озимая рожь) были внесены минеральные удобрения из расчета N60P60K80. Рассчитайте нормы внесения под кукурузу подстильного навоза, мочевины, двойного суперфосфата, сульфата калия.

**2.12.** Рассчитайте нормы внесения аммиачной воды, преципитата и хлористого калия под озимую рожь для получения 3,2 т/га зерна на тяжелосуглинистой среднекислой слабосмытой дерново-подзолистой почве, содержащей гумуса 2,5 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 85 и 105 мг/кг. Озимая рожь возделывается по чистому пару, получившему 50 т/га подстильного навоза.

**2.13.** Рассчитайте нормы внесения сильвинита, двойного суперфосфата и мочевины под сахарную свеклу для получения 40 т/га корнеплодов на тяжелосуглинистом оподзоленном черноземе с содержанием гумуса 10,6 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) соответственно 170 и 185 мг/кг. Почва имеет нейтральную реакцию среда ( $pH_{\text{сол}}=6,5$ ) и не подвержена эрозии. Под предшественник (озимая пшеница) были внесены минеральные удобрения (N60P70K80) и 25 т/га навоза.

**2.14.** На тяжелосуглинистом слабосмытом выщелоченном черноземе с содержанием 9,5 % гумуса, 130 мг/кг подвижного  $P_2O_5$  и 170 мг/кг обменного  $K_2O$  планируется получить 27 т/га клубней картофеля. Величина  $pH$  солевой вытяжки почвы равна 5,9. В предыдущем году на этом поле возделывалась гречиха, под которую внесли N50P80KI00 минеральных удобрений. Рассчитайте нормы внесения под картофель жидкого аммиака, аммофоса и калийной соли.

**2.15.** Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, аммофоса и хлористого калия под озимую рожь для получения 3,5 т/га зерна на тяжелосуглинистой среднекислой слабосмытой дерново-подзолистой почве, содержащей 2,5 % гумуса, подвижных форм фосфора и калия соответственно 75 и 95 мг/кг. Озимая рожь возделывается по чистому пару, получившему 50 т/га навоза.

**2.16.** Определите нормы внесения хлорида аммония, преципитата и хлористого калия под озимую рожь, идущей по занятому пару, для получения 2,8 т/га зерна. Тяжелосуглинистая слабокислая не эродированная дерново-подзолистая почва имеет 2,8 % гумуса, 115 и 130 мг/кг соответственно подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Кирсанову).

**2.17.** На тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе с содержанием гумуса 10,2 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по Чирикову) по 180 мг/кг планируется получить 28 т/га клубней картофеля. Почва имеет нейтральную реакцию среды ( $pH_{\text{сол.}} = 6,8$ ) и не подвержена эрозии. Под предшественник (озимая пшеница) было внесено 40 т/га навоза и минеральных удобрений из расчета  $N60P50K50$ . Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и хлористого калия.

**2.18.** Рассчитайте нормы внесения хлористого аммония, аммофоса и калийной соли под озимую рожь, возделываемой по чистому пару на тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почве. Почва имеет среднекислую реакцию, содержит 2,3 % гумуса, 84 и 96 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Планируемая урожайность озимой ржи – 2,8 т/га. На чистый пар планируется внесение 40 т/га подстильного навоза.

**2.19.** На тяжелосуглинистой слабосмытой среднекислой дерново-подзолистой почве с содержанием 2,2 % гумуса, по 95 мг/кг подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  планируется получить 2,7 ц/га зерна яровой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, преципитата и хлор-калий электролита, если под предшественник (озимая рожь) были внесены минеральные удобрения нормой  $N80P90K60$  и подстильный навоза (30 т/га).

**2.20.** Определите нормы внесения аммиачной селитры, калимагнезии и двойного суперфосфата под горох для получения 2,2 т/га зерна в условиях тяжелосуглинистой слабосмытой слабокислой дерново-подзолистой почвы, содержащей 2,3 % гумуса и по 85 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. Под предшественник (яровая пшеница) минеральные удобрения были внесены из расчета  $N70P95K80$ .

**2.21.** На среднесуглинистом слабокислом слабосмытом выщелоченном черноземе, содержащем 8,2 % гумуса и по 135 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 5,3 т/га зерна озимой пшеницы, которая возделывается по чистому пару. Рассчитайте нормы внесения под озимую пшеницу подстильного навоза, аммофоса, аммиачной селитры и 40 % калийной соли.

**2.22.** Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, нитроаммофоса (марка Б) и хлористого калия (3-ий сорт) под яровую пшеницу для получения 3,4 т/га зерна. Яровая пшеница возделывается на среднесуглинистой среднесмытой среднекислой дерново-подзолистой почве, содержащей 2,2 % гумуса, 82 и 93 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Под предшественник (озимая рожь по чистому пару) были внесены минеральные удобрения (N50P65K85) и 25 т/га навоза.

**2.23.** На тяжелосуглинистой слабокислой слабосмытой серой лесной почве, содержащей 4,1 % гумуса, 115 и 120 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия, планируется получить 3,8 т/га зерна озимой пшеницы. Предшественником озимой пшеницы была викоовсяная смесь на зеленый корм, под которую внесли минеральные удобрения из расчета N20P50K60. Рассчитайте нормы внесения под озимую пшеницу навоза, аммиачной селитры и хлор-калий электролита.

**2.24.** Рассчитайте нормы внесения навоза, жидкого аммиака, двойного суперфосфата и сернокислого калия под картофель (планируемая урожайность 22 т/га), который возделывается на тяжелосуглинистой среднесмытой серой лесной почве. Содержание в почве гумуса составило 4,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 126 и 134 мг/кг. Под предшественник (яровая пшеница) были внесены минеральные удобрения из расчета N60P100K70.

**2.25.** На тяжелосуглинистой слабосмытой слабокислой серой лесной почве, содержащей 3,6 % гумуса, 105 и 116 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия, планируется посев овса. Планируемый урожай зерна овса 3,3 т/га. В предыдущем году на этом поле возделывалась яровая пшеница, под которую были внесены минеральные удобрения из расчета N90 P90 K110. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли под овес.



**2.26.** Рассчитайте нормы внесения навоза, жидкого аммиака, преципитата и калийной соли для получения 39 т/га силосной массы кукурузы на среднесуглинистой слабокислой не смытой серой лесной почве. Содержание в почве гумуса 3,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 112 и 128 мг/кг. Предшественником кукурузы был горох на зерно, под которого были внесены по 3 ц/га простого суперфосфата и калийной соли.

**2.27.** В прошлом году на тяжелосуглинистом выщелоченном слабокислом слабосмытом черноземе возделывалась озимая пшеница, под которую были внесены минеральные удобрения из расчета N60P70K60 и 30 т/га подстильного навоза. В этом году на данном поле планируется посев ячменя. Рассчитайте нормы внесения простого суперфосфата, аммиачной селитры и хлористого калия для получения 4,5 т/га зерна ячменя, если в почве содержание гумуса составляет 8,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно – 114 и 132 мг/кг.

**2.28.** Рассчитайте нормы внесения навоза, двойного суперфосфата, жидкого аммиака и хлористого калия под озимую пшеницу (планируемая урожайность 5,2 т/га), возделываемой по чистому пару в условиях тяжелосуглинистого слабокислого несмытого оподзоленного чернозема. Содержание в почве гумуса равнялось 7,8 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 127 и 145 мг/кг.

**2.29.** На тяжелосуглинистом слабокислом слабосмытом выщелоченном черноземе, содержащем 6,7 % гумуса, по 125 мг/кг подвижного фосфора и калия, планируется получить 4,5 т/га зерна яровой пшеницы. В предыдущем году на данном поле возделывалась озимая рожь, под которую были внесены минеральные удобрения (N60P50K70) и 40 т/га навоза. Рассчитайте необходимые нормы внесения под пшеницу мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли.

**2.30.** Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и сернокислого калия для получения 2,6 т/га зерна гречихи на тяжелосуглинистом слабокислом несмытом выщелоченном черноземе. Предшественником гречихи был картофель, под которого были внесены 30 т/га навоза и минеральные удобрения из расчета N80P60K100. Содержание в почве гумуса составляет 7,7 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 124 и 145 мг/кг.

### **3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РАСЧЕТНО-БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАПЛАНИРОВАННОЙ УРОЖАЙНОСТИ**

#### **Пояснения и справочная информация**

**Потребление или нормативный вынос элемента питания** - количество элемента питания, необходимое для создания единицы основной и соответствующего количества побочной продукции. Измеряется в кг/ц или кг/т. Примерные размеры нормативного выноса азота, фосфора и калия основных сельскохозяйственных культур даны в приложении 21.

**Коэффициент использования элемента питания из почвы (КИП)** – отношение размера биологического или хозяйственного выноса того или иного элемента пищи к его количеству в почве в доступной форме. КИП выражается в процентах или в долях от единицы. Примерные коэффициенты использования питательных веществ из почвы некоторыми группами сельскохозяйственных культур в зависимости от группы обеспеченности почвы подвижными формами питательных элементов (приложение 3) приведены в приложениях 22-24.

**Коэффициент использования питательного вещества удобрений (КИУ)** – отношение количества питательного вещества (элемента), усвоенного урожаем из удобрения к его общему количеству, внесенному в почву. КИУ измеряется в тех же единицах, что и КИП. Ориентировочные размеры коэффициентов использования питательных элементов из минеральных и органических удобрений даны в приложении 25.

**Сущность расчетно-балансового метода для получения запланированной урожайности.** В основе расчетно-балансового метода (РБМ) для получения запланированной урожайности лежит баланс питательных элементов в системе «почва-растение», то есть сопоставление расхода питательных элементов на формирование запланированной урожайности с ожидаемым поступлением их из почвы и органических удобрений. Метод впервые был предложен в 1929-1930 гг. Масловой А.Л., Надеждиным А.М., Денисьевским В.С. для расчета норм минеральных удобрений под сахарную свеклу.

Общую схему расчетов по этому методу можно представить следующим образом:



То же самое можно написать в виде уравнения (3):

$$H = \frac{Y_n \cdot B - (S_n \cdot K_n + S_o \cdot K_o)}{K_y}, \quad (3)$$

где  $H$  – норма внесения питательного элемента в составе минерального удобрения, кг д. в. На 1 га;

$Y_n$  – планируемая урожайность, т/га;

$B$  – хозяйственный вынос (потребление) азота фосфора или калия на создание 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции, кг;

$S_n$  – запасы подвижных форм питательного элемента в пахотном слое почвы, кг/га;

$K_n, K_o, K_y$  – коэффициенты использования питательного элемента соответственно из почвы, органических и минеральных удобрений, в долях от 1;

$S_o$  – количество питательного элемента, внесенных в почву с органическим удобрением, кг/га. При расчете количества питательных веществ, вносимых в составе органических удобрений, следует пользоваться усредненными данными содержания общего азота, фосфора и калия в органических удобрениях, приведенных в приложении 26.

Запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в почве следует рассчитать по уравнениям (4 и 5):

$$S_n = 0.1 \cdot C_n \cdot h \cdot d, \quad (4)$$

где  $C_n$  – содержание подвижных форм  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  или минерального азота в пахотном слое, мг/кг;

$d$  – плотность пахотного слоя, г/см<sup>3</sup>;

$h$  – мощность пахотного слоя, см.

Ввиду отсутствия картограмм обеспеченности почв азотом, примерное содержание минерального азота в пахотном слое почвы

предлагаем рассчитать согласно нашим рекомендациям [Гилязов, 1996] исходя из содержания гумуса по уравнению (5):

$$C_n = 7,5 \cdot G, \quad (5)$$

где  $C_n$  - содержание минерального азота в почве, мг/кг;

$G$  – содержание гумуса, %.

Такая количественная зависимость минерального азота от содержания гумуса наблюдается в связи с тем, что среднее содержание общего азота в гумусе составляет около 3,5-5,0 %, а доля в нем минерального азота 1-2 %.

### **Задачи**

**3.1.** На темно-серой лесной почве (мощность пахотного слоя 24 см, плотность сложения 1,25 г/см<sup>3</sup>) с содержанием гумуса 4,5%, подвижного фосфора 115 мг и калия 126 мг на 1 кг почвы, планируется получить 3,5 т/га зерна яровой пшеницы. Под предшественник (озимая рожь) был внесен 30 т/га навоз. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, двойного суперфосфата (марка А) и хлористого калия (1-й сорт).

**3.2.** На дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,5 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 98 и 112 мг/кг почвы планируется получить 4,0 т/га зерна ячменя. Мощность пахотного слоя почвы 20 см, плотность сложения - 1,35 г/см<sup>3</sup>. Под предшествующую культуру (озимая рожь) был внесен навоз из расчета 40 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия.

**3.3.** На светло-серой лесной почве с содержанием гумуса 2,8 %, подвижного фосфора и калия соответственно 117 и 123 мг/кг, планируется получить 3,3 т/га зерна ячменя. Плотность сложения пахотного слоя равна 1,35 г/см<sup>3</sup>, а его мощность - 22 см. Под предшественник внесен навоз из расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения мочевины, преципитата и калийной соли.

**3.4.** На темно-серой лесной почве ( $d=1,25$  г/см<sup>3</sup>,  $h=24$  см) с содержанием гумуса 4,8 %, подвижного фосфора и калия соответственно 135 и 126 мг/кг, планируется получить 4,7 т/га зерна озимой пшеницы. Под пшеницу внесен подстилочный навоз из расчета

30 т/га. Рассчитайте нормы внесения мочевины, простого суперфосфата и хлористого калия.

**3.5.** На серой лесной почве с содержанием гумуса 3,8 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 124 и 117 мг/кг (мощность пахотного слоя 22 см, плотность сложения 1,26 г/см<sup>3</sup>) планируется получить урожай овса 3,5 т/га. Под предшественник (кукуруза на силос) внесен 30 т/га подстильного навоза. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, преципитата и калийной соли.

**3.6.** На черноземе слабовыщелоченном ( $d=1,22$  г/см<sup>3</sup>,  $h=25$  см), содержащем 7,6 % гумуса, 129 и 134 мг/кг подвижных форм фосфора и калия соответственно, планируется получить 4,7 т/га зерна озимой пшеницы. Под озимую пшеницу внесен 30 т/га подстильного навоза. Рассчитайте нормы внесения мочевины, простого суперфосфата и хлористого калия.

**3.7.** На серой лесной почве с содержанием гумуса 3,9 % подвижного фосфора и калия соответственно 136 и 123 мг/кг планируется получить 4,0 т/га зерна овса. Мощность пахотного слоя почвы равна 24 см, плотность сложения - 1,25 г/см<sup>3</sup>. Под предшествующую культуру был внесен подстильный навоз (20 т/га). Рассчитайте нормы внесения мочевины, преципитата и калийной соли.

**3.8.** На дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,3 %, подвижного фосфора 88 мг и калия 105 мг на 1 кг почвы, планируется получить 3,5 т/га зерна озимой ржи. Мощность пахотного слоя равна 20 см, плотность сложения – 1,35 г/см<sup>3</sup>. Под рожь внесен 30 т/га подстильного навоза. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, преципитата и калийной соли.

**3.9.** На дерново-подзолистой почве (мощность пахотного слоя почвы 21 см, плотность сложения - 1,32 г/см<sup>3</sup>) с содержанием гумуса 2,5 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 92 и 115 мг/кг планируется получить 3,4 т/га зерна яровой пшеницы. Под предшествующую культуру был внесен 35 т/га навоза. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и калийной соли.

**3.10.** На светло-серой лесной почве с содержанием гумуса 3,5 %, подвижного фосфора 105 мг и калия 117 мг/кг планируется

получить 3,6 т/га зерна ячменя. Мощность пахотного слоя почвы составляет 22 см, плотность сложения – 1,34 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте нормы внесения мочевины, суперфосфата и хлористого калия.

**3.11.** На обыкновенном черноземе (содержание гумуса 9,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 136 и 158 мг/кг) планируется получить 46 т/га корнеплодов сахарной свеклы. Мощность пахотного слоя почвы составляет 25 см, а его плотность сложения - 1,18 г/см<sup>3</sup>. Под сахарную свеклу внесен подстилочный навоз из расчета 40 т/га. Рассчитайте нормы внесения натриевой селитры, преципитата и хлористого калия.

**3.12.** Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и хлористого калия под сахарную свеклу в условиях выщелоченного чернозема для получения 46 т/га корнеплодов. Содержание в пахотном слое почвы (мощность слоя – 25 см, плотность сложения – 1,20 г/см<sup>3</sup>) гумуса составляет 7,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 145 и 152 мг/кг. Под предшествующую культуру (озимая рожь) навоз был внесен из расчета 40 т/га.

**3.13.** На выщелоченном черноземе с содержанием гумуса 6,9 %, подвижного фосфора 112 мг и калия 130 мг на 1 кг почвы планируется получить 4,6 т/га зерна яровой пшеницы. Мощность пахотного слоя равна 25 см, плотность сложения -1,18 г/см<sup>3</sup>. Под предшествующую культуру (озимая рожь) был внесен 40 т/га навоза. Рассчитайте нормы внесения мочевины, простого суперфосфата и калийной соли.

**3.14.** На дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,5 %, подвижного фосфора 96 мг и калия 86 мг на 1 кг почвы планируется получить 2,7 т/га зерна гороха. Мощность пахотного слоя равна 20 см, плотность сложения -1,25 г/см. Под предшественник был внесен 20 т/га подстилочного навоза. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и хлористого калия.

**3.15.** На серой лесной почве (мощность пахотного слоя 22 см, плотность сложения почвы – 1,25 г/см<sup>3</sup>) с содержанием гумуса 3,9 %, подвижного фосфора 111 мг и калия 122 мг/кг, планируется получить 3,5 т/га зерна овса. Под предшественник овса навоз был внесен из

расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, двойного суперфосфата (марка А) и 40 % калийной соли.

**3.16.** На дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,7 %, подвижного фосфора 113 мг и калия 98 мг на 1 кг почвы, планируется получить 21 т/га клубней картофеля. Под предшествующую озимую рожь был внесен 30 т/га навоза. Мощность пахотного слоя почвы равна 20 см, плотность сложения -  $1,34 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и сульфата калия.

**3.17.** На темно-серой лесной почве (мощность пахотного слоя 23 см, плотность сложения -  $1,22 \text{ г/см}^3$ ) с содержанием гумуса 4,9 %, подвижного фосфора 127 мг и калия 133 мг на 1 кг почвы, планируется получить 4,0 т/га зерна овса. Под предшественник внесен навоз из расчета 20 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, преципитата и калийной соли.

**3.18.** Рассчитайте нормы внесения натриевой селитры, простого суперфосфата и калийной соли под сахарную свеклу в условиях обыкновенного чернозема, если планируемая урожайность корнеплодов 46 т/га. В пахотном слое почвы (мощность пахотного слоя 26 см, плотность сложения -  $1,15 \text{ г/см}^3$ ) содержание гумуса составило 8,9 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 148 и 152 мг/кг. Под предшественник сахарной свеклы (озимая пшеница) навоз был внесен из расчета 40 т/га.

**3.19.** На дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 95 и 126 мг/кг планируется получить 3,2 т/га зерна озимой ржи. Плотность сложения почвы пахотного слоя составляет  $1,35 \text{ г/см}^3$ , а его мощность - 20 см. Под озимую рожь был внесен 25 т/га подстильного навоза. Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, двойного суперфосфата и калийной соли.

**3.20.** На дерново-подзолистой почве, содержащей в пахотном слое ( $d=1,29 \text{ г/см}^3$ ,  $h=20 \text{ см}$ ) 2,3 % гумуса, 89 и 116 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 3,5 т/га зерна озимой ржи. Под рожь внесен навоз из расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, преципитата и хлористого калия.

**3.21.** На дерново-подзолистой почве (плотность сложения почвы пахотного слоя  $1,32 \text{ г/см}^3$ , мощность его – 20 см), содержащей гумуса 2,5 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 95 и 107 мг/кг, планируется получить 3,1 т/га зерна яровой пшеницы. Под предшествующую культуру (озимая рожь) подстиличный навоз был внесен из расчета 25 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной воды, фосфоритной муки и хлористого калия.

**3.22.** На дерново-подзолистой почве (плотность сложения пахотного слоя  $1,33 \text{ г/см}^3$ , мощность пахотного слоя 21 см) с содержанием гумуса 1,9 %, подвижного фосфора 86 мг и калия 82 мг на 1 кг почвы планируется получить 2,6 т/га зерна озимой ржи. Под рожь внесен навоз из расчета 20 т/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, аммофоса и хлористого калия.

**3.23.** На темно-серой лесной почве (мощность пахотного слоя почвы 23 см, плотность сложения  $1,22 \text{ г/см}^3$ ), содержащей гумуса 4,6 %, подвижного фосфора 125 мг и калия 112 мг на 1 кг почвы, планируется получить 3,7 т/га зерна яровой пшеницы. Под предшественник внесен навоз из расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения хлористого калия. Простого суперфосфата и хлористого аммония.

**3.24.** На серой почве, содержащей 3,7 % гумуса, 100 и 115 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия, планируется получить 3,4 т/га зерна яровой пшеницы. Мощность пахотного слоя почвы равна 22 см, плотность сложения -  $1,25 \text{ г/см}^3$ . Под предшествующую культуру навоз внесен из расчета 20 т/га. Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, преципитата и калийной соли.

**3.25.** На светло-серой лесной почве, мощность и плотность сложения пахотного слоя которой составляет 22 см и  $1,27 \text{ г/см}^3$ , планируется получить 3,6 т/га зерна ячменя. Содержание гумуса равно 3,4 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 112 и 129 мг на 1 кг почвы. Под предшественник внесен навоз из расчета 24 т/га. Рассчитайте нормы внесения мочевины, суперфосфата и хлористого калия.



**3.26.** Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, аммофоса и калийной соли для получения 2,6 т/га зерна гороха на дерново-подзолистой почве, содержащей 2,7 % гумуса, 90 и 104 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Мощность пахотного слоя почвы равна 20 см, а плотность сложения – 1,32 г/см<sup>3</sup>. Горох возделывается после озимой ржи, получившей 25 т/га подстильного навоза.

**3.27.** На серой лесной почве, содержащей 3,8 % гумуса, 107 мг/кг подвижного фосфора и 115 мг/кг калия, планируется получить 3,7 т/га зерна яровой пшеницы. Мощность пахотного слоя почвы составляет 22 см, плотность сложения - 1,28 г/см<sup>3</sup>. Под предшественник (ранний картофель) был внесен навоз из расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения под пшеницу аммофоса, мочевины и хлористого калия.

**3.28.** На выщелоченном черноземе, содержащем 7,8 % гумуса, по 135 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 27 т/га клубней картофеля. В предыдущем году на этом поле возделывалась озимая рожь, под которую внесли 40 т/га навоза. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, двойного суперфосфата и сернокислого калия под картофель, если мощность пахотного слоя почвы равна 25 см, а его плотность сложения – 1,24 г/см<sup>3</sup>.

**3.29.** Рассчитайте нормы внесения преципитата, аммиачной воды и калийной соли для получения 2,5 т/га зерна гречиха на оподзоленном черноземе, содержащем 7,8 % гумуса, 125 и 134 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Плотность сложения пахотного слоя почвы равна 1,23 г/см<sup>3</sup>, мощность – 25 см. Под предшественник (озимая рожь) был внесен навоз из расчета 30 т/га.

**3.30.** На типичном черноземе, содержащем 9,6 % гумуса, 145 и 158 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия, планируется получить 47 т/га корнеплодов сахарной свеклы. Мощность пахотного слоя почвы составляет 27 см, а его плотность сложения - 1,16 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте нормы внесения двойного суперфосфата (марка А), аммиачной селитры и хлористого калия (1-й сорт), если под предшественник свеклы (озимая пшеница) был внесен 40 т/га подстильного навоза.

#### **4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РАСЧЕТНО-БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАПЛАНИРОВАННОЙ ПРИБАВКИ УРОЖАЯ**

##### **Пояснения и справочная информация**

По данному методу норму внесения питательного элемента в составе минерального удобрения для получения планируемой прибавки урожая ( $H_{np.}$ ) следует рассчитывать по количеству питательного элемента, необходимого для получения планируемой прибавки урожая по следующему уравнению (6):

$$H_{np.} = \frac{(Y_{II} - Y_{\phi}) \cdot B \cdot K}{K_y}, \quad (6)$$

где  $Y_{\phi}$  – фактическая урожайность без внесения удобрений или достигнутый уровень урожайности, т/га;

$Y_{II}$  – планируемая урожайность, т/га;

$B$  – нормативный вынос питательного элемента с 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции, кг/т;

$K$  – поправочный коэффициент в зависимости от обеспеченности почвы питательным элементом;

$K_y$  – коэффициент использования питательного элемента из минерального удобрения, в долях от единицы.

Значения нормативного выноса питательных элементов сельскохозяйственными культурами и коэффициенты их использования из минеральных удобрений приведены в приложениях 21, 25.

Поправочные коэффициенты на обеспеченность почвы ( $K$ ) подвижными формами азота, фосфора и калия даны в разделе «Определение норм минеральных удобрений по нормативам затрат на единицу урожая» (см. стр. 5).

Данный метод определения норм минеральных удобрений заметно сокращает расчеты, так как отпадает необходимость учета количества питательных элементов, используемых из почвы. Надёжность расчетов во многом обуславливается наличием объективных данных о величине фактической урожайности без внесения удобрений на данном поле.

### Задачи

**4.1.** На серой лесной почве с содержанием подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 80 и 90 мг/кг без внесения удобрений был получен 1,5 т/га зерна яровой пшеницы. Рассчитайте нормы внесения карбамида, двойного суперфосфата (марка А) и хлористого калия (2-й сорт) для получения 2,8 т/га зерна яровой пшеницы.

**4.2.** Урожай зерна озимой пшеницы при внесении 15 кг д.в./га фосфора составил 18 ц/га. Почва дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая, содержание гумуса 2,8 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 75 и 85 мг/кг. Определите нормы внесения аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия для получения 30 ц/га зерна.

**4.3.** На тяжелосуглинистой серой лесной почве с содержанием 3,7 % гумуса, 94 и 125 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия урожайность озимой ржи составила 2,1 т/га зерна. Известно, что при посеве ржи был внесен 10 кг д.в./га фосфора в виде простого суперфосфата. Определите нормы внесения мочевины, преципитата и 40 % калийной соли для получения 3,2 т/га зерна озимой ржи.

**4.4.** Урожайность ячменя 2,6 т/га была получена на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе с содержанием гумуса 7,6 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 135 и 147 мг/кг. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и хлористого калия для получения 4,0 т/га зерна.

**4.5.** В случае внесения  $N20P20K20$  на выщелоченном черноземе (содержание гумуса 6,9 %, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 128 и 135 мг/кг) урожайность овса составила 2,8 т/га. Какими должны быть нормы внесения хлористого аммония, преципитата и хлористого калия для получения на этой почве 4,3 т/га зерна овса?

**4.6.** При внесении  $N30P30K30$  на оподзоленном среднесуглинистом черноземе (содержание гумуса 7,4 %, подвижных форм фосфора и калия 142 и 170 мг/кг) урожайность проса составила 3,2 т/га. Какими должны быть нормы внесения мочевины, преципитата и сульфата калия для получения на данном поле 4,5 т/га зерна проса?

**4.7.** Внесение минеральных удобрений нормой N24P24K24 позволило получить на тяжелосуглинистом оподзоленном черноземе 1,6 т/га зерна гречихи. Содержание подвижных форм фосфора и калия в почве равнялось соответственно 127 и 138 мг/кг. Определите нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и сульфата калия для получения 2,5 т/га зерна гречихи.

**4.8.** На серой лесной тяжелосуглинистой почве, содержащей 3,5 % гумуса, подвижных форм фосфора и калия соответственно 112 и 116 мг/кг, урожайность гороха при внесении 75 кг/га простого суперфосфата составила 2,4 т/га. Рассчитайте необходимые нормы внесения аммиачной селитры, фосфорной муки и сильвинита для получения 3,1 т/га зерна гороха.

**4.9.** При внесении 1 ц/га нитроаммофоски (марка А) на выщелоченном среднесуглинистом черноземе (содержание гумуса 7,4 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 147 и 158 мг/кг) урожайность сахарной свеклы составила 34 т/га. Какими должны быть нормы внесения мочевины, хлористого калия и аммофоса для получения 45 т/га корнеплодов данной культуры?

**4.10.** В случае внесения 30 т/га подстильного навоза урожайность кормовой свеклы составила 39 т/га. Почва типичный тяжелосуглинистый чернозем с содержанием гумуса 8,8 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 150 и 160 мг/кг. Какими должны быть нормы внесения аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия на фоне 30 т/га навоза для получения 62 т/га урожайности?

**4.11.** На серой лесной суглинистой почве, содержащей 3,7 % гумуса, подвижных форм фосфора и калия соответственно 116 и 124 мг/кг, при внесении 1 ц/га нитрофоски (11:10:11) урожайность картофеля составила 17 т/га. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, простого суперфосфата и сернокислого калия для получения 24 т/га клубней картофеля.

**4.12.** Урожайность кукурузы на силос при внесении 150 кг/га нитроаммофоски (13:19:19) составила 24 т/га. Почва – оподзоленный среднемощный тяжелосуглинистый чернозем, содержащий 6,9 % гумуса, подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  соответственно 130 и 126 мг/кг.

Определите нормы внесения жидкого аммиака, двойного суперфосфата (марка А) и хлористого калия для получения 43 т/га урожая кукурузы.

**4.13.** На серой лесной почве, содержащей 3,8 % гумуса, 96 и 105 мг/кг соответственно подвижного фосфора и калия, без внесения удобрений урожайность викоовсяной смеси на сено составила 2,7 т/га. Какими должны быть нормы внесения аммиачной воды, двойного суперфосфата и калийной соли (40%) для получения 5,0 т/га сена?

**4.14.** В случае внесения 10 кг д. в./га фосфора урожайность яровой пшеницы составила 2,6 т/га. Почва – выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем, содержащий 6,7 % гумуса, 132 и 123 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, преципитата и калийной соли (30 %) для получения 3,8 т/га зерна пшеницы.

**4.15.** На светло-серой среднесуглинистой почве, содержащей 3,1 % гумуса, 115 и 117 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, при внесении 100 кг/га нитрофоски (11:10:11) урожайность гороха составила 2,2 т/га. Определите нормы внесения мочевины, простого суперфосфата и сернокислого калия для получения 3,0 т/га зерна гороха.

**4.16.** В среднем за несколько лет на 2-ом поле I-ого севооборота без внесения удобрений урожайность овса составила 1,7 т/га. Рассчитайте нормы внесения мочевины, двойного суперфосфата и калийной соли на данном поле для получения 2,8 т/га зерна овса. Почва – тяжелосуглинистая дерново-подзолистая, содержащая 2,2 % гумуса, 87 и 95 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия.

**4.17.** На светло-серой тяжелосуглинистой лесной почве при внесении 100 кг/га аммофоса урожайность ячменя составила 2,3 ц/га. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, простого суперфосфата и сильвинита для получения на данной почве 3,5 т/га зерна ячменя. Содержание в пахотном слое почвы гумуса 3,1 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 114 и 125 мг/кг.

**4.18.** Рассчитайте нормы внесения навоза, жидкого аммиака, преципитата и калийной соли под озимую рожь в условиях серой лесной почвы для получения 4,2 т/га зерна. В предыдущей ротации

севооборота на данном поле при внесении навоза из расчета 20 т/га и минеральных удобрений N80P30K40 урожайность ржи равнялась 3,4 т/га. По содержанию подвижных форм фосфора и калия почва отнесена соответственно к III и IV группам обеспеченности.

**4.19.** Урожайность картофеля при внесении 25 т/га навоза составила 16 т/га клубней. Рассчитайте нормы внесения навоза, жидкого аммиака, простого суперфосфата и сернокислого калия под картофель на данном поле для получения 25 т/га клубней. Почва – среднесуглинистая серая лесная, содержащая гумуса 3,7 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 95 и 126 мг/кг.

**4.20.** Рассчитайте нормы внесения аммиачной воды, преципитата и калийной соли для получения 40 т/га зеленой массы кукурузы на 4-ом поле кормового севооборота. Почва - тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем, содержащий 6,6 % гумуса, 110 и 133 мг/кг соответственно подвижного фосфора и калия. Несколько лет тому назад на этом поле урожайность кукурузы при внесении 200 кг/га кемира картофельное (11:9:16) составила 26 т/га.

**4.21.** Без внесения удобрений урожайность сена викоовсяной смеси на серой лесной почве, содержащей 3,5 % гумуса и по 125 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, составила 2,8 т/га. Определите общую потребность в аммиачной селитре, аммофосе и калийной соли для получения 4,2 т/га сена викоовсяной смеси, если площадь поля равна 70 га.

**4.22.** На серой лесной почве при внесении нитроаммофоски (13:19:19) из расчета 100 кг/га урожайность вики на зерно составила 2,4 т/га. Рассчитайте нормы внесения жидкого аммиака, аммофоса (11:46:0) и калийной соли под эту культуру для получения 3,2 т/га урожая зерна, если пахотный слой почвы содержит 3,7 % гумуса, 124 и 132 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия.

**4.23.** На слабокислой тяжелосуглинистой темно-серой лесной почве, содержащей 4,5 % гумуса и по 142 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 42 т/га силосной массы кукурузы. Известно, что в предыдущей ротации севооборота на данном поле при внесении 30 т/га навоза урожайность кукурузы составила 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения под кукурузу подстильного навоза, жидкого аммиака, простого суперфосфата и хлористого калия.

**4.24.** Рассчитайте нормы внесения сульфата аммония, преципитата и сильвинита для получения 3,6 т/га зерна гороха на тяжелосуглинистой серой лесной почве, содержащей 3,5 % гумуса, 96 и 118 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. На данном поле в предыдущей ротации севооборота урожайность гороха составила 2,8 т/га, при возделывании которого было внесено 50 кг/га простого суперфосфата (при посеве) и 100 кг/га сернокислого калия (до посева).

**4.25.** На среднесуглинистой дерново-подзолистой почве, содержащей 2,4 % гумуса и по 114 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 4,2 т/га сена однолетних трав (вика с овсом). Рассчитайте нормы внесения аммофоса, аммиачной воды и калийной соли для получения запланированной урожайности, если в предыдущей ротации севооборота урожай сена составил 3,5 т/га. Известно, что 3,5 т/га сена было получено при внесении по 80 кг/га сульфата аммония, простого суперфосфата и сильвинита.

**4.26.** Рассчитайте нормы внесения подстилочного навоза, хлористого аммония, аммофоса и калийной соли для получения 4,5 т/га зерна озимой пшеницы на среднесуглинистом оподзоленном черноземе, содержащем 6,8 % гумуса и по 126 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. В предыдущей ротации севооборота урожайность на данном поле составила 3,5 т/га. Известно, что 3,5 т/га зерна был получен при внесении 20 т/га навоза и по 100 кг/га простого суперфосфата и аммиачной селитры.

**4.27.** При внесении минеральных удобрений из расчета N60P40K30 урожайность яровой пшеницы равнялась 3,6 т/га. Почва – среднесуглинистый выщелоченный чернозем, содержащий 6,7 % гумуса, 116 и 128 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Сколько нужно внести на каждый гектар для получения 4,5 т/га зерна пшеницы карбамида, преципитата и калимага?

**4.28.** На тяжелосуглинистом оподзоленном черноземе, содержащем 7,2 % гумуса и по 125 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется получить 45 т/га корнеплодов сахарной свеклы. Рассчитайте нормы внесения аммиачной селитры, калийной соли и двойного суперфосфата для получения запланированного урожая, если в предыдущей ротации севооборота при внесении N60P40K90 урожайность корнеплодов составила 39 т/га.

**4.29.** При внесении 120 кг/га нитрофоски (11:10:11) на типичном среднесуглинистом черноземе (содержание гумуса 10,7 %, подвижных форм фосфора и калия по 140 мг/кг) урожайность гречихи составила 2,4 т/га. Сколько нужно внести на каждый гектар аммиачной селитры, преципитата и сернокислого калия для получения 3,0 т/га зерна гречихи?

**4.30.** Рассчитайте нормы внесения мочевины, простого суперфосфата и хлористого калия (1-й сорт) для получения 4,6 т/га зерна яровой пшеницы на тяжелосуглинистом выщелоченном черноземе, содержащем 6,7 % гумуса, подвижных форм фосфора и калия соответственно 123 и 134 мг/кг. Известно, что в предыдущей ротации севооборота на этом поле под яровую пшеницу было внесено N60P40K40 и получено 3,8 т/га зерна.



## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РАСЧЕТНО-БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ ПО ЛИМИТИРУЮЩЕМУ ФАКТОРУ

### Пояснения и справочная информация

Метод впервые был предложен Гилязовым М.Ю. в 1996 г. [4] как один из вариантов наиболее экономного использования минеральных удобрений за счет максимального использования почвенных запасов питательных элементов в условиях острого дефицита удобрений.

В этом случае сначала необходимо найти величины возможной урожайности без внесения минеральных удобрений ( $Y_o$ ) по содержанию суммы доступных форм каждого питательного элемента в отдельности (N, P, K) в почве и органических удобрениях по уравнению (7):

$$Y_o = \frac{S_{\Pi} \cdot K_{\Pi} + S_o \cdot K_o}{B}, \quad (7)$$

Условные обозначения те же, что и в уравнении (3).

Величины возможных урожаев по N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O показывают факторы, находящиеся в первом и втором минимуме, зная которых, следует выбрать один или два вида удобрения, которые вероятнее всего, дадут наибольший эффект.

Нормы внесения этих удобрений ( $H_1$ ,  $H_2$ ) нужно рассчитать по формулам (8 и 9):

$$H_1 = \frac{(Y_o^{макс.} - Y_o^{мин1.}) \cdot B}{K_y}, \quad (8)$$

$$H_2 = \frac{(Y_o^{макс.} - Y_o^{мин2.}) \cdot B}{K_y}, \quad (9)$$

где  $Y_o^{макс.}$  - максимальная урожайность без внесения минеральных удобрений, т/га;

$Y_o^{мин.1}$  - урожайность без внесения минеральных удобрений по фактору, находящемуся в первом минимуме, т/га;

$Y_o^{мин.2}$  - урожайность без внесения минеральных удобрений по фактору, находящемуся во втором минимуме, т/га;

Остальные условные обозначения те же, что и в уравнении (3).

В зависимости от обеспеченности хозяйства удобрениями можно планировать внесение одного или двух видов удобрений. Таким образом, данный метод определения норм минеральных удобрений позволяет не только установить величины возможных урожаев без внесения удобрений, но и выбрать наиболее эффективные виды и нормы удобрений на каждом конкретном поле.

Величины нормативного выноса, коэффициенты использования питательных элементов из почвы, минеральных и органических удобрений даны в приложениях 21-25.

### **Задачи**

**5.1.** На светло-серой лесной почве с содержанием гумуса 3,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 87 и 123 мг/кг планируется посев ячменя. Плотность сложения пахотного слоя почвы равна 1,28 г/см<sup>3</sup>, а его мощность - 22 см. Под предшественник (картофель) был внесен навоз из расчета 30 т/га. Выберите два удобрения из имеющихся (аммиачная селитра, преципитат и 40 % калийная соль), которые, на Ваш взгляд, дадут наибольший эффект. Рассчитайте нормы этих удобрений и определите ожидаемую урожайность ячменя.

**5.2.** В складе имеются: двойной суперфосфат, мочевина и хлористый калий. Выберите из них два удобрения, которые, на Ваш взгляд, дадут наибольший эффект при внесении под картофель. Почва темно-серая лесная с содержанием гумуса 4,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 115 и 124 мг/кг. Мощность пахотного слоя равна 24 см, плотность его сложения - 1,25 г/см<sup>3</sup>. Под картофель внесен навоз из расчета 35 т/га. Рассчитайте нормы выбранных удобрений и ожидаемую урожайность картофеля.

**5.3.** Из имеющихся удобрений (хлористый аммоний, хлористый калий, преципитат) выберите одно удобрение, которое при внесении под яровую пшеницу окажется наиболее эффективным в условиях дерново-подзолистой почвы. Почва содержит 2,5 % гумуса, по 95 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, мощность пахотного слоя равна 20 см, плотность сложения - 1,35 г/см<sup>3</sup>. Под предшественник (озимая рожь) подстилочный навоз был внесен из расчета 30 т/га. Рассчитайте норму внесения выбранного вами удобрения и ожидаемую урожайность пшеницы.

**5.4.** Под озимую пшеницу, возделываемую на выщелоченном черноземе, необходимо выбрать два удобрения, которые обеспечат, на Ваш взгляд, наибольший эффект на фоне 30 т/га навоза. Содержание в почве гумуса составляет 6,4 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 109 и 125 мг/кг, мощность пахотного слоя - 25 см, плотность сложения – 1,22 г/см<sup>3</sup>. В наличии имеются следующие удобрения: простой суперфосфат, двойной суперфосфат, калийная соль, жидкий аммиак. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую величину урожая пшеницы.

**5.5.** На серой лесной почве (мощность пахотного слоя – 22 см, плотность сложения – 1,26 г/см<sup>3</sup>), содержащей 3,6 % гумуса и по 105 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется посев овса. Под предшествующую озимую рожь подстильный навоз внесен из расчета 35 т/га. Выберите два удобрения, которые в данном случае окажутся наиболее эффективными и рассчитайте нормы их внесения. В наличии имеются: фосфоритная мука, двойной суперфосфат, селитра, безводный аммиак.

**5.6.** На выщелоченном черноземе ( $d=1,22$  г/см<sup>3</sup>,  $h=25$  см), содержащей 6,5 % гумуса, 92 и 133 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется посев гречихи. Под предшественник (сахарная свекла) был внесен подстильный навоз (40 т/га). Выберите два удобрения из имеющихся (фосфоритная мука, аммиачная селитра, аммиачная вода, сульфат калия), которые, на Ваш взгляд, могут дать наибольший эффект. Рассчитайте нормы внесения этих удобрений и ожидаемую урожайность гречихи.

**5.7.** В наличии имеются простой суперфосфат, хлористый калий, селитра, аммиачная селитра. Выберите из них два удобрения, которые, на Ваш взгляд, дадут наибольший эффект при внесении под кукурузу на силос в условиях оподзоленного чернозема. Мощность пахотного слоя почвы 25 см, плотность его сложения 1,20 г/см<sup>3</sup>, содержание гумуса 6,4 %, подвижных форм фосфора и калия по 123 мг/кг. Под яровую обработку почвы был внесен 40 т/га подстильного навоза. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность кукурузы.

**5.8.** Из имеющихся на складе удобрений (аммофос, аммиачная селитра, хлористый калий, фосфоритная мука) выберите два удобрения, которые при внесении под яровую пшеницу дадут

наибольший эффект в условиях карбонатного чернозема. Мощность пахотного слоя 24 см, его плотность сложения  $1,20 \text{ г/см}^3$ , содержание гумуса 5,8 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 89 и 114 мг/кг. Под предшественник яровой пшеницы (озимая рожь) навоз был внесен из расчета 25 т/га. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность яровой пшеницы.

**5.9.** Под озимую рожь необходимо выбрать два удобрения, которые обеспечат, на Ваш взгляд, наибольший эффект в условиях дерново-подзолистой почвы. Мощность пахотного слоя почвы – 20 см, плотность его сложения –  $1,35 \text{ г/см}^3$ , содержание гумуса – 2,1 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 86 и 103 мг/кг. В наличии имеются следующие удобрения: аммиачная селитра, фосфоритная мука, жидкий аммиак, хлористый калий. Озимая рожь возделывается по чистому пару, где подстилочный навоз внесен из расчета 30 т/га. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность озимой ржи.

**5.10.** На оподзоленном черноземе (мощность пахотного слоя почвы – 24 см, плотность его сложения –  $1,21 \text{ г/см}^3$ ), содержащем 6,3 % гумуса, 115 и 130 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется посев гороха. Выберите два удобрения из имеющихся в наличии (двойной суперфосфат, аммиачная селитра, калимаг), которые, на Ваш взгляд, дадут наибольший эффект. Под предшественник гороха (кукуруза на силос) был внесен 40 т/га подстилочного навоза. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность гороха.

**5.11.** Под белокочанную капусту планируется внесение навоза из расчета 50 т/га. Какое удобрение из имеющихся на складе (мочевина, преципитат, калийная соль) может оказаться наиболее эффективным под капусту в условиях типичного чернозема? Пахотный слой почвы (мощность – 26 см, плотность сложения –  $1,18 \text{ г/см}^3$ ) содержит 9,8 % гумуса и по 234 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. Рассчитайте норму внесения выбранного вами удобрения и ожидаемую урожайность при его внесении.

**5.12.** На дерново-подзолистой почве ( $d=1,33 \text{ г/см}^3$ ,  $h=20 \text{ см}$ ) с содержанием гумуса 2,1 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 83 и 95 мг/кг планируется посев ячменя. Под предшественник (озимая рожь) подстилочный навоз был внесен из

расчета 25 т/га. Выберите два удобрения из имеющихся (аммофос, хлорид калия, мочеви́на), которые могут быть наиболее эффективными для внесения под ячмень. Рассчитайте нормы внесения этих удобрений и определите возможную урожайность ячменя.

**5.13.** На складе имеются простой суперфосфат, аммиачная селитра, калимаг. Выберите из них два удобрения, которые дадут, на Ваш взгляд, наибольший эффект при внесении под кормовую свеклу в условиях темно-серой лесной почвы (мощность пахотного слоя – 24 см, плотность сложения – 1,20 г/см<sup>3</sup>), содержащей 4,7 % гумуса, 122 и 136 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Под кормовую свеклу с осени был внесен подстилочный навоз (45 т/га). Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность корнеплодов.

**5.14.** Какие два удобрения будут наиболее эффективными на фоне 30 т/га подстилочного навоза при внесении под картофель в условиях выщелоченного чернозема? Содержание гумуса в пахотном слое почвы (мощность слоя – 25 см, плотность сложения 1,21 г/см<sup>3</sup>) составляет 6,6 %, подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O соответственно 129 и 135 мг/кг. В хозяйстве имеются жидкий аммиак, мочеви́на, преципитат, калийная соль. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую величину урожайности картофеля.

**5.15.** Из имеющихся на складе удобрений (калимагнезия, хлористый калий, мочеви́на, простой суперфосфат) выберите два удобрения для внесения под яровую пшеницу, которые, вероятнее всего, будут наиболее эффективными на выщелоченном черноземе. Почва характеризуется следующими показателями: содержание гумуса 6,7 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 117 и 131 мг/кг, мощность пахотного слоя равна 25 см, а его плотность сложения – 1,20 г/см<sup>3</sup>. Яровая пшеница возделывается после озимой ржи, под которую был внесен подстилочный навоз (30 т/га). Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность яровой пшеницы.

**5.16.** На светло-серой лесной почве (мощность пахотного слоя – 21 см, плотность сложения – 1,26 г/см<sup>3</sup>), содержащей 2,9 % гумуса, 88 и 96 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется посев викоовсяной смеси. Предшественником викоовсяной смеси была озимая пшеница, под которую внесли 30 т/га

подстильного навоза. Какие два удобрения из имеющихся в наличии (двойной суперфосфат, хлористый аммоний, жидкий аммиак, калимагнезия) будут, на Ваш взгляд, наиболее эффективными под викоовсяную смесь? Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность сена викоовсяной смеси.

**5.17.** Под кукурузу на силос планируется внесение навоза из расчета 40 т/га. Какие два удобрения из имеющихся в наличии (преципитат, аммиачная селитра, хлористый калий) могут быть наиболее эффективными на фоне навоза в условиях выщелоченного чернозема? Содержание гумуса в пахотном слое почвы (мощность 25 см, плотность сложения -  $1,20 \text{ г/см}^3$ ) составляет 7,9 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 113 и 124 мг/кг. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и возможную урожайность кукурузы.

**5.18.** На дерново-подзолистой почве ( $d=1,28 \text{ г/см}^3$ ,  $h=21 \text{ см}$ ), содержащей гумуса 2,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 78 и 93 мг/кг, планируется посев гороха. Под предшественник (подсолнечник на силос) был внесен подстильный навоз (35 т/га). Выберите из имеющихся удобрений (фосфоритная мука, жидкий аммиак, сульфат аммония, калийная соль) два вида, которые, на Ваш взгляд, дадут наибольший эффект. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность гороха.

**5.19.** Выберите из имеющихся на складе удобрений (мочевина, двойной суперфосфат, сульфат калия, калимагнезия) два вида, которые дадут, вероятнее всего, наибольший эффект при внесении под турнепс на фоне 45 т/га подстильного навоза. Пахотный слой оподзоленного чернозема (мощность слоя 25 см, плотность сложения  $1,20 \text{ г/см}^3$ ), содержит 6,2 % гумуса и по 117 мг/кг подвижных форм фосфора и калия. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность корнеплодов турнепса.

**5.20.** На типичном черноземе ( $h=26 \text{ см}$ ,  $d=1,18 \text{ г/см}^3$ ) планируется посев проса. В предыдущем году на этом поле возделывалась сахарная свекла, под которую внесли 40 т/га подстильного навоза. Выберите из имеющихся в наличии (сульфат аммония, хлорид калия, двойной суперфосфат, фосфоритная мука) два удобрения, которые, вероятнее всего, дадут наибольший эффект.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы 8,6 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 127 и 132 мг/кг. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую величину урожайности проса.

**5.21.** Из имеющихся в складе удобрений (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калийная соль, аммофос) необходимо выбрать два вида, которые обеспечат, вероятнее всего, наибольшее повышение урожая картофеля в условиях серой лесной почвы. С осени на это поле был внесен 35 т/га подстильного навоза. Пахотный слой почвы (мощность слоя – 22 см, плотность сложения –  $1,27 \text{ г/см}^3$ ) содержит 3,7 % гумуса, 124 и 119 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность картофеля.

**5.22.** На темно-серой лесной почве, содержащей 4,7 % гумуса, 123 и 135 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется посев кормовой моркови. Мощность пахотного слоя 24 см, плотность его сложения  $1,21 \text{ г/см}^3$ . Под предшественник моркови был внесен 30 т/га полуперепревшего навоза. Выберите из имеющихся в наличии (аммиачная вода, мочеви́на, двойной суперфосфат, калийная соль) два удобрения, которые будут наиболее эффективными в данном случае. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность моркови.

**5.23.** На выщелоченном черноземе, содержащем 6,6 % гумуса, по 127 мг/кг подвижных форм фосфора и калия, планируется возделывание лука. Мощность пахотного слоя равна 25 см, плотность его сложения –  $1,20 \text{ г/см}^3$ . Под предшественник лука был внесен – 25 т/га подстильного навоза. Какие два удобрения из имеющихся в наличии (мочевина, аммиачная селитра, фосфоритная мука, простой суперфосфат, калий хлористый) дадут, на Ваш взгляд, наибольший эффект. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность лука.

**5.24.** Из имеющихся удобрений (сульфат аммония, сульфат калия, двойной суперфосфат, хлорид аммония) необходимо выбрать два вида, которые будут, вероятнее всего, наиболее эффективными при внесении под картофель на фоне 40 т/га подстильного навоза. Почва дерново-подзолистая, содержит 2,1 % гумуса, 78 и 93 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия. Мощность

пахотного слоя почвы равна 20 см, плотность сложения –  $1,32 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность картофеля.

**5.25.** На светло-серой лесной почве, содержащей 3,2 % гумуса, 97 и 115 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия, возделывается озимая рожь, идущая по чистому пару, где был внесен подстилочный навоз (40 т/га). Какие два удобрения из имеющихся (мочевина, аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калийная соль) желательнее внести под озимую рожь в первую и во вторую очередь? Мощность пахотного слоя почвы равна 21 см, плотность сложения –  $1,28 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте нормы внесения выбранных вами двух удобрений и ожидаемую урожайность озимой ржи.

**5.26.** На серой лесной почве, содержащей 3,7 % гумуса, 102 и 124 мг/кг соответственно подвижных форм фосфора и калия, планируется посев яровой пшеницы. Плотность сложения пахотного слоя почвы равна  $1,25 \text{ г/см}^3$ , а его мощность – 22 см. Под предшественник (озимая рожь) был внесен навоз из расчета 30 т/га. Выберите одно удобрение из имеющихся (двойной суперфосфат, калийная соль, сульфат аммония, преципитат), которое, на Ваш взгляд, даст наибольший эффект. Рассчитайте норму внесения этого удобрения и определите ожидаемую урожайность яровой пшеницы.

**5.27.** Из имеющихся в складе (простой суперфосфат, хлористый калий, кальциевая селитра) выберите одно удобрение, наиболее эффективное, на Ваш взгляд, для внесения под картофель. Под предшественник (озимая рожь) был внесен навоз из расчета 50 т/га. Почва (выщелоченный чернозем) характеризуется следующими показателями: содержание гумуса равно 8,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 113 и 135 мг/кг, плотность сложения пахотного слоя –  $1,20 \text{ г/см}^3$ , а его мощность – 27 см. Рассчитайте норму внесения выбранного удобрения и ожидаемую при этом урожайность картофеля.

**5.28.** Выберите два удобрения из имеющихся в складе (аммиачная селитра, сернокислый калий, калийная соль, фосфоритная мука, простой суперфосфат) для первоочередного внесения под гречиху. Почва – выщелоченный чернозем (мощность пахотного слоя – 26 см, плотность сложения –  $1,24 \text{ г/см}^3$ ), содержащий 7,5 % гумуса, 118 и 127 мг/кг подвижных форм соответственно фосфора и калия. Под



предшественник (картофель) был внесен навоз из расчета 40 т/га. Рассчитайте нормы внесения выбранных вами удобрений и ожидаемую урожайность гречихи при их использовании.

**5.29.** Из имеющихся в хозяйстве удобрений (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, калийная соль) выберите два, которые, на Ваш взгляд, окажутся наиболее эффективным для овса в условиях оподзоленного чернозема. Под предшественник овса (кукуруза) был внесен подстилочный навоз (40 т/га). Почва характеризуется следующими параметрами: содержание гумуса 7,2 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 132 и 128 мг/кг, плотность сложения пахотного слоя 1,26 г/см, а его мощность - 25 см. Рассчитайте нормы внесения выбранных удобрений и возможную урожайность овса.

**5.30.** Выберите и рассчитайте норму внесения двух, наиболее эффективных на Ваш взгляд, удобрений из имеющихся в складе (хлористый калий, калийная соль, преципитат, аммиачная селитра) для гороха на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Содержание в пахотном слое почвы (плотность сложения - 1,35 г/см<sup>3</sup>, мощность – 20 см) гумуса равно 2,3 %, подвижных форм фосфора и калия соответственно 117 и 113 мг/кг. Под предшественник (картофель) был внесен подстилочный навоз из расчета 40 т/га. Какую урожайность гороха можно ожидать при внесении выбранных Вами удобрений?

## 6 ОТВЕТЫ

Правильные ответы на некоторые задачи

№ задачи	Ответы
<b>1.1</b>	аммиачная селитра 216 кг/га, двойной суперфосфат (марка В) 142 кг/га, калийная соль 55 кг/га
<b>1.15</b>	мочевина 254 кг/га, двойной суперфосфат (марка А) 139 кг/га, хлористый калий (2-й сорт) 74 кг/га
<b>1.30</b>	сульфат аммония 558 кг/га, двойной суперфосфат (марка А) 198 кг/га, калийная селитра 164 кг/га
<b>2.1</b>	аммиачная селитра 334 кг/га, двойной суперфосфат (марка А) 189 кг/га, калий хлористый (1-й сорт) 97 кг/га
<b>2.15</b>	сульфат аммония 234 кг/га, аммофос (марка А) 148 кг/га, калий хлористый (2-й сорт) 115 кг/га
<b>2.30</b>	мочевина 113 кг/га, двойной суперфосфат (марка А) 103 кг/га, сернокислый калий 102 кг/га
<b>3.1*</b>	аммиачная селитра 190 кг/га, двойной суперфосфат 115 кг/га, калий хлористый 36 кг/га
<b>3.15*</b>	аммиачная селитра 221 кг/га, двойной суперфосфат 217 кг/га, калийная соль 138 кг/га
<b>3.30*</b>	аммиачная селитра 469 кг/га, двойной суперфосфат 180 кг/га, калий хлористый 629 кг/га
<b>4.1*</b>	мочевина 165 кг/га, двойной суперфосфат 159 кг/га, хлористый калий 95 кг/га
<b>4.15*</b>	мочевина 88 кг/га, простой суперфосфат 274 кг/га, сернокислый калий 75 кг/га
<b>4.30*</b>	мочевина 232 кг/га, простой суперфосфат 368 кг/га, хлористый калий 83 кг/га
<b>5.1*</b>	аммиачная селитра 76 кг/га, преципитат 109 кг/га, ожидаемая урожайность 3,16 т/га
<b>5.15*</b>	мочевина 88 кг/га, простой суперфосфат 210 кг/га, ожидаемая урожайность 3,38 т/га
<b>5.30*</b>	аммиачная селитра 110 кг/га, преципитат 381 кг/га, ожидаемая урожайность 3,78 т/га

Прим.: \* - при средних значениях КИП и КИУ.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1.Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. Под ред. Б.А. Ягодина. - М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
- 2.Афендулов, К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лантухова. - М.: Колос, 1973. – 243 с.
- 3.Гилязов, М.Ю. Методические указания к выполнению лабораторно-практических занятий по агрохимии для студентов агрономического факультета / М.Ю. Гилязов, А.С. Билалова. - Казань: Изд-во Казанского ГСХА, 1996. - 107 с.
- 4.Гилязов, М.Ю. Система удобрения: Методические указания по расчету норм минеральных удобрений / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. - 36 с.
- 5.Ефимов, Н.В. Система применения удобрений / Н.В. Ефимов и др. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
- 6.Зиганшин, А. А. Интенсивные технологии и программирование урожайности / А.А. Зиганшин. - Казань: Татарское кн. Изд-во, 1987. - 112 с.
- 7.Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
- 8.Кидин, В.В. Практикум по агрохимии. Под ред. В.В. Кидина / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко, А.Н. Кулюкин. - М.: КолосС, 2008. - 599 с.
- 9.Ломако, Е.И. Методических указания по расчету норм удобрений и составлению планов их применения в Татарской АССР / Е.И. Ломако, И.У. Вальников. - Казань, 1985. -152 с.
- 10.Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд. МГУ, 2004. - 720 с.
- 11.Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве. Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1988. – 172 с.
- 12.Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд. МГУ, 2001 – 689 с.
- 13.Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций. Ч.1. Общие аспекты системы земледелия. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 168 с.
- 14.Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 447 с.
- 15.Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. - М.: Мир, 2003. - 584 с.

## Приложение 1

Ориентировочные нормативы затрат удобрений на 1 ц урожая в условиях Татарстана, кг д. в. (Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве Растениеводство, 1988)

Сельско- хозяйственные культуры	на нечерноземных почвах			на черноземах		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без орошения						
Озимая пшеница	3,1	2,9	2,5	2,2	2,2	2,4
Озимая рожь	3,5	3,2	2,8	2,3	2,1	1,9
Яровая пшеница	3,3	3,3	3,6	2,1	2,5	2,1
Ячмень	3,1	3,2	2,7	2,8	2,6	2,5
Овес	3,0	3,2	2,1	2,6	2,2	1,9
Гречиха	4,0	4,0	3,6	2,9	4,3	1,7
Горох	1,7	3,2	2,6	1,1	2,3	1,4
Картофель	0,47	0,52	0,53	0,47	0,44	0,49
Сахарная свекла	0,51	0,49	0,48	0,46	0,47	0,44
Кукуруза на силос	0,33	0,26	0,27	0,37	0,32	0,29
Однолетние травы (сено)	2,5	1,6	1,6	1,1	1,7	0,9
Многолетние травы (сено)	1,1	1,0	1,3	1,2	1,1	1,4
Капуста	0,19	0,11	0,30	0,18	0,15	0,13
Помидоры	0,19	0,23	0,14	0,19	0,23	0,14
Плодовые	0,46	0,46	0,47	0,46	0,46	0,47
Ягодные	1,47	1,15	1,15	1,47	1,15	1,15
При орошении						
Озимая пшеница	2,6	1,7	1,0	2,6	1,7	1,0
Яровая пшеница	3,3	2,9	2,3	3,3	2,9	2,3
Сахарная свекла	0,35	0,29	0,21	0,35	0,29	0,21
Картофель	0,30	0,42	0,43	0,30	0,42	0,43
Корм. корнеплоды	0,18	0,11	0,15	0,18	0,11	0,15
Многолетние травы (сено)	0,38	0,50	0,50	0,38	0,50	0,50
Кукуруза на силос	0,25	0,29	0,10	0,26	0,29	0,10
Капуста	0,18	0,15	0,13	0,18	0,15	0,13

## Приложение 2

Группировка почв по содержанию гумуса для почв  
Волго-Вятского и Поволжского районов.

Тип и подтип почв	Содержание гумуса, %		
	I-группа (низкая)	II- группа (среднее)	III- группа (повышен.)
Дерново-подзолистые и светло-серые лесные почвы	$\leq 2,0$	2,1 - 3,0	$> 3,0$
Серые лесные почвы	$\leq 4,0$	4,1 - 5,0	$>5,0$
Темно-серые почвы и карбонатные черноземы	$\leq 6,0$	6,1 - 7,0	$>7,0$
Черноземы обыкновенные, оподзоленные, выщелоченные и типичные	$\leq 8,0$	8,1 - 10,0	$>10,0$

## Приложение 3

Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора  
для полевых культур

№ группы	Степень обеспеченности почвы	Цвет раскраски	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (мг/кг) по методу		
			Кирсанова	Чирикова	Мачигина
Подвижные формы фосфора					
1	очень низкая	розовый	<25	<20	<10
2	низкая	оранж.	26-50	21-50	11-15
3	средняя	желтый	51-100	51-100	16-30
4	повышенная	зеленый	101-150	101-150	31-45
5	высокая	синий	151-250	151-200	46-50
6	оч. высокая	фиолет.	>250	>200	>50
Подвижные формы калия					
1	очень низкая	розовый	<40	<20	<50
2	низкая	оранж.	41-80	21-40	51-100
3	средняя	желтый	81-120	41-80	101-200
4	повышенная	зеленый	121-170	81-120	201-300
5	высокая	синий	171-250	121-180	301-400
6	оч. высокая	фиолет.	>250	>180	>400

Приложение 4

Содержание питательных веществ в основных удобрениях

Удобрение, марка и сорт	Примерное содержание питательных веществ (N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O)
1	2
Натриевая селитра, 1 сорт	16:0:0
Кальциевая селитра	17:0:0
Сульфат аммония, 1 сорт	20:1:0:0
Хлористый аммоний, 1 сорт	25:0:0
Аммиачная селитра, марка В	34:0:0
Мочевина (карбамид), марка В	46:0:0
Аммиак жидкий, 3 сорт	82:0:0
Аммиак водный, 1 сорт	20:0:0
Карбамидно-аммиачная селитра (КАС)	30:0:0
Уреаформ (МФУ)	(33-42):0:0
Суперфосфат простой, 1 сорт	0:20:0
Суперфосфат двойной гран. марка А	0:49:0
Суперфосфат двойной гран. марка В	0:43:0
Преципитат удобрительный	0:38:0
Мартеновский фосфат-шлак	0:(10-12):0
Термофосфат	0:(20-30):0
Костяная мука	0:30:0
Фосфоритная мука, высший сорт	0:30:0
Фосфоритная мука, 2 сорт	0:22:0
Фосфоритная мука, 3 сорт	0:19:0
Калий хлористый, 1 сорт	0:0:60
Калий хлористый, 2 сорт	0:0:57
Калий хлористый, 3 сорт	0:0:53
Калий сернокислый удобрительный, 1 сорт	0:0:50
Калимагнезия порошковидная, марка В	0:0:29
Хлоркалий-электролит, марка А	0:0:45
Сильвинит молотый	0:0:14
Калийная соль смешанная 40%	0:0:40
Калимаг (калийно-магниевый концентрат)	0:0:18
Каинит природный	0:0:10
Селитра калийная	13:0:46
Аммофос гранулированный, марка А	11:50:0

Продолжение приложения 4	
1	2
Аммофос гранулированный, марка Б	11:46:0
Нитроаммофос, марка А	23:23:0
Нитроаммофос, марка Б	16:24:0
Нитроаммофос, марка В	25:20:0
Нитроаммофоска, марка А	17:17:17
Нитроаммофоска, марка Б	13:19:19
Нитрофос, марка А	23:17:0
Нитрофос, марка Б	24:14:0
Нитрофоска азотносulfатная, марка Б	11:10:11
Карбоаммофоска	18:17:17
ЖКУ, марка 1:3:0	10:34:0
Кемира универсал – 2	12:8:14
Кемира картофельное - 5	11:9:16
Кемира свекловичное – 6	16:12:17
Кемира полевое – 9	18:8:17

### Приложение 5

Группировка почв по степени кислотности, определяемой  
в солевой вытяжке (обменная кислотность).

№№ группы	Цвет раскраски на картограмме	Степень кислотности	pH сол.
1	розовый	очень сильнокислая	$\leq 4.0$
2	оранжевый	сильнокислая	4,1-4,5
3	желтый	среднекислая	4,6-5,0
4	зеленый	слабокислая	5,1-5,5
5	синий	близкая к нейтральной	5,6-6,0
6	фиолетовый	нейтральная	$> 6,0$

## Приложение 6

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) и органических (т/га) удобрений под планируемые урожаи озимой ржи на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений													
	азотных			фосфорных				калийных				органических		
	При различных группах обеспеченности почвы													
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием				гумусом		
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6	1	2	3
По чистому пару														
До 15	40	30	20	40	30	20	10	40	30	-	-	-	-	-
16-18	60	40	30	60	40	30	10	60	40	-	-	-	-	-
19-20	70	60	30	80	60	40	20	80	60	20	-	-	-	-
21-23	40	30	20	50	40	30	10	60	50	-	-	40	40	40
24-25	50	40	30	60	50	40	20	70	40	20	-	40	40	40
26-28	60	50	40	70	60	50	30	80	50	30	-	40	40	40
29-30	60	50	40	80	60	50	30	80	60	40	20	50	50	50
31-33	70	60	50	90	70	50	30	90	70	50	20	50	50	50
34-35	80	70	60	100	80	60	40	100	80	60	30	50	50	50
36-38	70	60	50	X*	80	60	40	80	80	40	30	60	60	60
39-40	80	70	60	X	90	70	50	100	90	60	40	60	60	60
41-43	80	70	60	X	90	70	50	100	90	60	40	70	70	70
44-45	100	80	70	X	100	80	60	120	100	90	50	70	70	70
По занятому пару														
До 15	60	50	40	60	40	30	10	60	40	-	-	-	-	-
16-18	70	60	50	70	50	40	10	70	50	20	-	-	-	-
19-20	80	70	60	80	60	45	20	80	60	30	-	-	-	-
21-23	90	80	70	90	70	50	30	90	70	40	-	-	-	-
24-25	100	90	80	100	80	60	35	100	80	60	-	-	-	-
26-28	60	50	40	90	70	50	40	90	60	40	10	40	40	40
29-30	80	60	50	100	80	60	50	100	80	60	20	40	40	40
31-35	95	70	60	115	90	70	60	115	90	70	30	40	40	40

Прим.: \*- без предварительного окультуривания получение планируемого урожая не обеспечивается.



## Приложение 7

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) удобрений под  
планируемые урожаи яровой пшеницы, гороха, вики на дерново-  
подзолистых почвах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений										
	азотных			фосфорных				калийных			
	При различных группах обеспеченности почвы										
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием			
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6
Яровая пшеница											
11-15	50	40	30	60	40	20	10	40	20	-	-
16-18	60	50	40	70	50	30	10	50	30	-	-
19-20	70	60	50	80	60	40	20	60	40	30	20
21-23	80	70	60	90	80	50	30	70	50	40	30
24-25	90	80	70	100	90	60	40	80	60	59 55 60	40
26-28	100	90	80	110	100	70	50	90	70		45
29-30	110	100	90	120	110	80	60	100	80		50
31-33	X*	110	95	X	120	90	70	110	85	70	55
34-35	X	120	100	X	130	100	80	120	90	80	60
36-38	X	140	110	X	140	110	90	130	110	90	70
39-40	X	150	120	X	150	120	100	150	130	100	80
Горох, вика											
12-14	30	30	20	40	20	10	10	40	20	-	-
15-17	30	30	20	60	40	20	10	50	30	20	-
18-20	40	30	20	80	60	30	20	60	40	30	20
21-23	X	30	20	X	70	50	30	70	5.0	30	20 30 30 40
24-25	X	40	30	X	80	60	X	80	60	40 50	
26-28	X	40	30	X	90	70	X	90	70		
29-30	X	40	30	X	100	80	X	100	80		

Прим.: \*- без предварительного окультурирования получение планируемого урожая не обеспечивается.

## Приложение 8

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) и органических (т/га) удобрений под планируемые урожаи озимой и яровой пшеницы на серых лесных среднесуглинистых почвах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений													
	азотных			фосфорных				калийных				органических		
	При различных группах обеспеченности почвы													
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием				гумусом		
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6	1	2	3
	Озимая пшеница (по занятому пару)													
До 20	60	60	50	70	50	40	20	60	40	20	-	-	-	-
21-23	80	70	60	90	70	60	30	80	60	40	-	-	-	-
24-25	90	80	70	110	90	70	40	100	80	50	30	-	-	-
26-28	100	90	80	120	100	80	45	110	90	55	40	-	-	-
29-30	X*	100	90	X	110	90	50	120	100	60	50	-	-	-
31-33	X	110	100	X	120	100	60	130	110	70	55	-	-	-
34-35	X	120	110	X	130	110	70	140	120	80	60	-	-	-
36-38	30	30	30	50	40	30	20	60	50	30	20	50	50	50
39-40	40	30	30	60	50	40	30	80	60	40	30	50	50	50
Яровая пшеница														
До 15	30	20	10	40	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-18	35	25	15	50	30	10		40	20	-	-	-	-	-
19-20	40	30	20	60	40	20	10	45	25	-	-	-	-	-
21-23	50	40	30	70	50	30	20	60	40	20	-	-	-	-
24-25	60	50	40	80	60	40	30	70	50	30	20	-	-	-
26-28	70	60	50	90	70	50	35	80	60	40	30	-	-	-
29-30	80	70	60	100	80	60	40	90	70	50	40	-	-	-
31-33	90	80	70	110	90	70	45	100	80	60	50	-	-	-
34-35	100	90	80	120	100	80	50	100	90	70	60	-	-	-
36-38	X	100	90	X	110	90	60	120	100	80	70	-	-	-
39-40	X	110	100	X	120	100	70	130	110	90	80	-	-	-

Прим.: \*- без предварительного окультуривания получение планируемого урожая не обеспечивается.

## Приложение 9

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) удобрений под  
планируемые урожаи овса, ячменя, гороха и вики на  
среднесуглинистых серых лесных почвах

Планируе- ые урожаи, ц/га	Нормы удобрений										
	азотных			фосфорных				калийных			
	При различных группах обеспеченности почвы										
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием			
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6
Овес, ячмень											
16-18	45	35	-	60	50	30	10	50	20	-	-
19-20	50	40	20	65	55	35	10	55	25	20	-
21-23	65	45	30	70	60	40	20	65	35	25	-
24-25	70	60	40	80	65	45	25	70	40	30	20
26-28	80	70	50	100	80	50	30	80	50	35	25
29-30	90	75	60	105	85	55	35	90	60	40	30
31-33	95	80	70	115	90	60	40	95	65	45	35
34-35	100	90	80	X	95	65	45	100	70	50	40
36-38	X*	100	90	X	100	70	50	X	75	55	45
39-40	X	110	100	X	105	75	55	X	80	60	50
41-43	X	120	110	X	110	80	60	X	90	70	55
44-45	X	130	120	X	120	90	65	X	100	80	60
46-48	X	140	130	X	130	100	70	X	ПО	90	65
Горох, вика											
12-14	20	20	-	40	20	10	-	40	20	-	-
15-17	20	20	10	50	30	20	-	50	30	20	-
18-20	30	25	20	60	40	30	10	60	40	30	20
21-23	40	30	25	70	50	40	20	70	50	40	20
24-25	45	35	30	80	60	45	20	80	60	40	25
26-28	45	40	35	X	75	50	25	90	65	45	30
29-30	50	45	40	X	80	60	30	100	70	50	35
31-33	55	45	40	X	90	70	45	110	80	60	40
34-35	60	50	45	X	100	80	50	120	90	70	50

Прим.: \*- без предварительного окультурирования получение планируемого урожая не обеспечивается.

## Приложение 10

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) и органических (т/га) удобрений под планируемые урожаи картофеля и силосных культур на серых лесных среднесуглинистых почвах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений													
	азотных			фосфорных				калийных				органических		
	При различных группах обеспеченности почвы													
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием				гумусом		
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6	1	2	3
	Картофель													
До 110	40	30	20	50	30	20	-	40	30	20	-	40	40	40
110-130	50	35	25	55	35	25	10	45	35	25	-	40	40	40
131-150	60	40	30	60	40	30	20	60	40	30	-	40	40	40
151-175	70	50	40	65	45	35	25	70	50	40	20	40	40	40
176-200	X*	60	50	70	60	40	30	80	60	50	30	40	40	40
201-225	X	60	50	X	65	45	35	85	65	50	30	50	50	50
226-250	X	70	60	X	70	50	40	90	70	60	40	50	50	50
251-275	X	80	70	X	80	60	50	100	80	70	50	60	60	60
276-300	X	100	80	X	90	70	60	110	90	80	60	60	60	60
Силосные культуры (кукуруза, подсолнечник)														
110-130	30	25	20	40	20	10	-	30	20	-	-	30	30	30
131-150	40	30	25	60	40	30	10	40	30	-	-	30	30	30
151-175	45	35	30	80	60	30	20	60	40	20	-	40	40	40
176-200	50	45	35	100	80	40	30	80	60	40	30	40	40	40
201-225	40	30	20	90	70	30	20	70	50	30	20	50	50	50
226-250	50	40	30	100	80	40	30	80	60	40	30	50	50	50
251-275	55	45	35	110	90	50	40	100	80	50	40	50	50	50
276-300	60	50	40	120	100	60	50	110	90	60	50	50	50	50
301-325	70	60	50	130	110	70	55	120	100	70	60	50	50	50
326-350	75	65	55	140	120	80	60	130	110	80	65	50	50	50
351-375	50	40	30	120	100	70	40	110	90	60	40	60	60	60
376-400	55	45	35	130	110	80	45	120	100	65	45	60	60	60
401-425	60	50	40	X	120	90	50	X	110	70	50	60	60	60
426-450	70	60	50	X	130	100	55	X	120	80	60	60	60	60
451-475	80	70	60	X	140	110	60	X	130	90	70	60	60	60
476-500	90	80	70	X	150	120	70	X	140	100	80	60	60	60

Прим.: \*- без предварительного окультуривания получение планируемого урожая не обеспечивается.

## Приложение 11

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) и органических (т/га) удобрений под планируемые урожаи озимых по чистому пару на выщелоченных и оподзоленных тяжелосуглинистых черноземах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений													
	азотных			фосфорных				калийных				органических		
	При различных группах обеспеченности почвы													
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием				гумусом		
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6	1	2	3
	Озимая пшеница													
До 25	40	30	20	70	50	10	0	60	40	-	-	30	30	30
26-28	30	25	30	50	30	10	10	40	20	-	-	40	40	40
29-30	35	30	35	60	40	20	10	50	30	20	-	40	40	40
31-33	40	35	30	70	50	30	20	60	40	25	-	40	40	40
34-35	45	40	35	80	60	40	30	70	50	30	20	40	40	40
36-38	50	45	40	90	70	50	40	80	60	40	30	40	40	40
39-40	55	50	45	100	80	60	45	90	65	45	35	40	40	40
41-43	60	55	50	110	90	70	50	100	70	50	40	40	40	40
44-45	70	60	55	120	100	80	55	110	80	60	50	40	40	40
46-48	55	45	40	70	60	30	10	60	50	20	-	50	50	50
49-50	60	50	45	80	70	40	15	70	60	30	-	50	50	50
51-53	63	55	50	90	80	50	20	80	70	40	-	50	50	50
54-55	70	60	55	100	90	60	25	90	80	50	30	50	50	50
56-58	75	65	60	110	100	70	30	100	90	60	35	50	50	50
59-60	80	70	65	120	110	80	40	110	100	70	40	50	50	50
	Озимая рожь													
До 20	40	30	20	70	40	10	10	80	40	20	-	-	-	-
21-23	45	35	30	80	50	20	10	90	45	25	-	-	-	-
24-25	30	30	20	60	40	30	10	50	30	-	-	30	30	30
26-28	35	35	30	70	50	40	10	60	40	-	-	30	30	30
29-30	40	30	30	70	50	40	10	50	40	30	-	40	40	40
31-33	50	40	35	75	55	45	15	65	45	35	-	40	40	40
34-35	60	50	40	80	60	50	20	70	50	40	-	40	40	40
36-38	65	55	45	90	65	55	25	75	55	45	-	40	40	40
39-40	70	60	50	100	70	60	30	80	60	50	20	40	40	40
41-43	75	65	55	110	80	65	35	85	70	55	30	40	40	40
44-45	80	70	60	100	80	60	30	90	80	60	40	50	50	50
46-48	90	75	65	110	90	65	35	95	85	65	45	50	50	50
49-50	100	80	70	120	100	70	40	100	90	70	50	50	50	50
51-53	110	90	75	130	110	75	45	110	95	75	55	50	50	50
54-55	120	100	80	140	120	80	50	120	100	80	60	50	50	50

## Приложение 12

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) удобрений под планируемые урожаи яровой пшеницы, ячменя на выщелоченных и оподзоленных тяжелосуглинистых черноземах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений										
	азотных			фосфорных				калийных			
	При различных группах обеспеченности почвы										
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием			
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6
Яровая пшеница											
21-23	40	30	25	65	35	10	10	65	35	-	-
24-25	50	40	30	70	40	20	20	70	40	20	-
26-28	60	50	40	80	50	30	20	80	50	30	20
29-30	70	60	50	90	60	40	30	90	60	40	30
31-33	75	65	55	95	65	45	35	95	65	45	35
34-35	80	70	60	100	70	50	40	100	70	50	40
36-38	85	75	65	105	75	55	45	105	75	55	45
39-40	90	80	70	110	80	60	50	110	80	60	50
41-43	95	85	75	115	85	65	55	115	85	65	55
44-45	100	90	80	120	90	70	60	120	90	70	60
46-48	110	95	90	130	100	80	70	130	100	80	70
49-50	120	100	95	140	110	90	80	140	110	90	80
Ячмень											
21-23	35	25	20	55	35	20	10	50	30	-	-
24-25	45	35	25	60	40	20	10	60	40	20	-
26-28	50	40	30	70	50	25	10	70	50	30	-
29-30	60	50	40	80	60	30	20	80	60	40	30
31-33	65	55	45	90	65	40	25	85	70	45	35
34-35	70	60	50	100	70	50	30	90	80	50	40
36-38	75	65	55	105	75	55	40	100	85	60	45
39-40	80	70	60	110	80	60	50	110	90	70	50
41-43	85	75	65	115	85	65	55	115	95	75	55
44-45	90	80	70	120	90	70	60	120	100	80	60
46-48	100	85	75	130	100	80	70	130	110	90	70

## Приложение 13

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) удобрений под  
планируемые урожаи гороха, вики, гречихи и проса на выщелоченных  
и оподзоленных тяжелосуглинистых черноземах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений										
	азотных			фосфорных				калийных			
	При различных группах обеспеченности почвы										
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием			
	1	2	3	1-2	3	4-5	6	1-2	3	4-5	6
Горох, вика											
До 16	20	20	-	40	20	10	10	30	20		-
17-18	20	20	-	50	30	10	10	35	25	-	-
19-20	25	20	20	60	35	20	10	40	30	20	-
21-23	30	25	25	70	40	25	15	50	35	25	-
24-25	30	25	25	80	50	30	20	60	40	30	20
26-28	35	30	30	90	60	40	30	70	50	40	25
29-30	40	35	30	100	70	50	40	80	60	50	30
31-33	45	40	35	110	80	60	50	90	70	60	40
34-35	40	45	40	120	90	70	60	100	80	70	50
36-38	50	45	40	130	100	80	70	110	90	80	60
39-40	55	50	45	140	ПО	90	80	120	100	90	70
Гречиха											
До 12	30	25	20	60	50	20	10	50	30	-	-
13-15	40	30	20	70	60	30	20	60	40	20	-
16-18	50	40	25	80	70	40	30	70	50	30	20
19-20	55	45	30	90	80	50	40	80	60	40	30
21-23	60	50	40	100	90	60	50	90	70	50	40
24-26	65	55	45	110	100	70	60	100	80	60	50
27-29	70	60	50	120	ПО	80	70	110	90	70	60
Просо											
10-12	40	30	20	50	30	10	10	30	20	-	-
13-15	45	35	25	60	40	20	10	40	25		-
16-18	50	40	30	70	50	30	20	50	30	20	-
19-21	55	45	35	80	60	40	30	60	40	30	20
22-24	60	50	40	90	70	50	40	70	50	40	30
25-27	65	55	45	100	80	60	50	80	60	50	40
28-30	70	60	50	110	90	70	60	90	70	60	50

## Приложение 14

Рекомендуемые нормы минеральных (кг д.в./га) удобрений \*под  
планируемые урожаи сахарной свеклы и картофеля на выщелоченных  
и оподзоленных тяжелосуглинистых черноземах

Планируемые урожаи, ц/га	Нормы удобрений										
	азотных			фосфорных				калийных			
	При различных группах обеспеченности почвы										
	гумусом			подвижным фосфором				обменным калием			
	1	2	3	1-2	3 -	4-5	6	1-2	3	4-5	6
Сахарная свекла											
До 150	70	60	50	120	70	40	20	140	90	60	20
151-170	80	70	60	130	80	50	20	150	100	70	30
171-190	90	80	70	140	90	60	30	160	110	80	40
191-200	100	90	80	150	100	70	40	170	120	90	50
211-230	110	100	90	160	110	80	50	180	130	100	60
231-250	120	110	100	170	120	90	60	190	140	110	70
251-275	130	120	110	180	130	100	70	200	150	120	80
276-300	140	130	120	190	140	110	80	210	160	130	90
301-325	150	140	130	200	150	120	90	220	170	140	100
326-350	160	150	140	210	160	130	100	230	180	150	110
351-375	170	160	150	220	170	140	110	240	190	160	120
376-400	180	170	160	230	180	150	120	250	200	170	130
Картофель											
80-100	60	50	30	70	50	20	-	100	80	35	-
101-125	70	60	40	80	60	30	-	110	90	40	20
126-150	80	70	50	90	70	45	30	120	100	50	25
151-175	90	80	60	105	85	60	35	130	110	60	30
176-200	100	90	70	120	100	75	40	140	120	70	40
201-225	110	100	80	135	115	90	45	150	130	80	45
226-250	120	110	90	150	130	115	50	160	140	90	50
251-275	130	120	100	165	145	130	60	175	150	100	60
276-300	140	130	110	180	160	145	70	190	175	110	70

Прим.: \* - под предшественник вносится 40 т/га навоза.



## Приложение 15

Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам удобрений в зависимости от гранулометрического состава почв.

Гранулометрический (механический) состав почв	При внесении удобрений		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Глинистый и тяжелосуглинистый	0,9	1,1	0,8
Среднесуглинистый	1,0	1,0	1,0
Супесчаный и песчаный	1,0	1,0	1,2

## Приложение 16

Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам минеральных удобрений в зависимости от степени кислотности почв

Культуры	Группа кислотности	При внесении удобрений	
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимая и яровая пшеница	1 – 2	1,3	1,2
	3	1,2	1,1
	4 – 6	1,0	1,0
Ячмень	1 – 2	1,2	1,2
	3	1,1	1,1
	4 – 6	1,0	1,0
Кормовые корнеплоды	1 – 2	1,2	1,2
	3	1,1	1,1
	4 – 6	1,0	1,0
Многолетние травы	1 – 2	1,3	1,3
	3	1,1	1,1
	4 – 6	1,0	1,0
Овощи	3	1,2	1,1
	4 – 6	1,0	1,0
Другие культуры*	1-2	1,1	1,1
	3-6	1,0	1,0

Прим.: \* - дополнение автора.

Оценка предшественников для основных сельскохозяйственных культур

Культура	Оценка предшественника	Предшественники
Оз. рожь Озимая пшеница	хороший	чистый пар, горох, люпин
	средний	вика, силосные, картофель ранний
	плохой	озимая рожь, озимая пшеница, яровая пшеница
Яровая пшеница	хороший	озимая пшеница и рожь, горох, вика, однолетние и многолетние травы
	средний	травы, силосные, свекла и картофель
	плохой	капуста, брюква, морковь, свекла
Овес, Ячмень	хороший	овес, ячмень, яровая пшеница, гречиха
	средний	оз. рожь и пшеница, вика, горох, однолет. и многолет. травы, кукуруза, свекла, гречиха
	плохой	яровая пшеница, капуста, брюква, столовая свекла, морковь, подсолнечник
Горох, вика на зерно	хороший	овес, ячмень
	средний	озимая рожь, озимая пшеница, кукуруза, свекла, картофель
	плохой	яр. пшеница, ячмень, овес, капуста, брюква, морковь, подсолнечник, столовая свекла
Картофель	хороший	вика, горох, клевер, люцерна
	средний	озимая рожь и пшеница, однолетние и многолетние травы, капуста, брюква
	плохой	яровая пшеница, ячмень, овес, свекла, картофель, подсолнечник
Кормовая и столовая свекла	хороший	гречиха
	средний	оз. пшеница и рожь, вика, горох, однолет. и мн. травы, кукуруза, картофель, овощи
	плохой	яровая пшеница, ячмень, гречиха
Гречиха	хороший	овес, кормовая и столовая свекла
	средний	оз. пшеница и рожь, кукуруза, картофель, однолет. и мн. травы, горох, вика, овощи
	плохой	яровая пшеница, ячмень, корнеплоды
		овес, гречиха

## Приложение 18

Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам  
удобрений в зависимости от качества предшественников.

Культуры	Оценка предшественника	При внесении удобрений		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимая пшеница, рожь	хороший	0,8	0,9	1,0
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,2	1,1	1,2
Яровая пшеница	хороший	1,0	0,9	0,8
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,2	1,1	1,0
Овес, Ячмень	хороший	0,8	0,8	0,8
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,3	1,0	1,0
Горох, вика на зерно	хороший	0,8	0,8	0,8
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,0	1,2	1,0
Сахарная и кормовая свекла	хороший	0,8	0,8	1,0
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,2	1,3	1,3
Гречиха	хороший	0,8	0,8	1,0
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,2	1,2	1,3
Силосные культуры	хороший	0,8	0,8	1,0
	средний	1,0	1,0	1,0
	плохой	1,2	1,2	1,3
Однолетние травы	хороший	1,0	0,8	0,8
	средний	1,0	1,0	1,0

## Приложение 19

Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам  
удобрений в зависимости от степени эродированности почв

Группы культур	Степень эродированности	При внесении удобрений		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Зерновые	не смытые	1,0	1,0	1,0
	слабосмытые	1,3	1,1	1,2
	среднесмытые	1,3	1,3	1,3
	сильносмытые	1,4	1,4	1,4
Пропашные	не смытые	1,0	1,0	1,0
	слабосмытые	1,3	1,2	1,3
	среднесмытые	1,5	1,3	1,5
	сильносмытые	1,6	1,4	1,6
Технические	не смытые	1,0	1,0	1,0
	слабосмытые	1,3	1,3	1,3
	среднесмытые	1,3	1,4	1,5
	сильносмытые	1,4	1,5	1,6

## Приложение 20

Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым нормам  
фосфорных и калийных удобрений в зависимости от  
удобренности предшественника

Было внесено удобрений под предшественник						
минеральных, кг д. в./га		органических, т/га				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	0	20-40	41-60	61-80	> 80
≤ 60	≤ 80	1,0	0,90	0,85	0,80	0,75
61-100	81-100	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
101-140	111-140	0,80	0,80	0,75	0,75	0,65
141-180	141-170	0,75	0,70	0,70	0,65	0,60
> 160	> 170	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55

## Приложение 21

Примерное потребление (нормативный вынос) питательных элементов  
с урожаями основных сельскохозяйственных культур  
(по данным ряда авторов)

Культура	Основная продукция	Вынос с основной и побочной продукцией, кг/т		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Яровая пшеница	зерно	35	12	25
Озимая пшеница	зерно	30	13	25
Озимая рожь	зерно	25	12	26
Ячмень	зерно	25	11	22
Овес	зерно	33	14	29
Просо	зерно	33	10	34
Гречиха	зерно	30	11	40
Горох	зерно	22	16	20
Подсолнечник	семена	60	26	180
Рапс	семена	55	30	50
Картофель	клубни	5,0	2,0	8,0
Сахарная свекла	корнеплоды	5,9	1,8	7,5
Кормовая свекла	корнеплоды	4,9	1,5	6,7
Турнепс	корнеплоды	4,8	1,7	5,7
Кормовая морковь	корнеплоды	5,2	1,9	6,0
Столовая свекла	корнеплоды	3,2	1,6	5,0
Вика с овсом	сено	15	6,0	20
Клевер с тимopheевкой	сено	22	7,4	21
Эспарцет	сено	9,5	7,0	20
Сераделла	сено	15	9,0	22
Козлятник	сено	9,7	7,0	21
Клевер	сено	6,6	5,6	15
Люцерна	сено	9,5	7,0	22
Донник	сено	9,7	7,0	21
Тимофеевка, костер	сено	18	6,5	15
Суданская трава	сено	13	8,5	17
Подсолнечник	зелен. масса	3,0	1,0	4,5
Кукуруза	зелен. масса	3,6	1,0	3,8
Донник	зелен. масса	1,9	1,4	4,1
Вика с овсом	зелен. масса	5	1,2	4,5
Озимая рожь	зелен. масса	3	1,2	2,5
Рапс, редька масличн.	зелен. масса	4,5	1,5	5,0
Капуста белокочанная	кочаны	3,8	1,1	4,2
Томаты	плоды	3,5	1,2	5,0
Огурцы	плоды	3,6	1,6	4,5
Лук	луковицы	3,0	1,2	4,0
Плодовые и ягодные	плоды, ягоды	5,0	3,0	6,0

## Приложение 22

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм азота из почвы

Нечерноземные почвы		Черноземные почвы	
минеральный*	щелочно-гидролизуемый**	минеральный	щелочно-гидролизуемый
Яровые зерновые и однолетние травы			
0,45-0,65	0,20-0,35	0,35-0,55	0,20-0,35
Озимые зерновые, многолетние травы			
0,55-0,75	0,25-0,40	0,45-0,65	0,25-0,40
Пропашные			
0,65-0,95	0,30-0,50	0,55-0,75	0,30-0,50

Прим.: \* - рекомендации автора; \*\* - данные А.А. Зиганшина (1987).

## Приложение 23

Примерные коэффициенты использования растениями подвижных форм фосфора из почвы (рекомендации автора)

Культуры	Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора				
	очень низкая и низкая	средняя	повышенная	высокая	очень высокая
Нечерноземные почвы*					
Яр. зерновые и однолетние трав.	0,07-0,11	0,06-0,08	0,05-0,07	0,03-0,05	0,025-0,04
Оз. зерновые, многолет. травы	0,09-0,14	0,07-0,10	0,06-0,09	0,04-0,06	0,03-0,05
Пропашные	0,13-0,20	0,10-0,15	0,08-0,13	0,06-0,09	0,05-0,07
Черноземные почвы**					
Яр. зерновые и однолетние трав.	0,07-0,12	0,06-0,10	0,05-0,08	0,04-0,06	0,03-0,04
Оз. зерновые, многолет. травы	0,10-0,15	0,08-0,12	0,07-0,10	0,05-0,07	0,04-0,05
Пропашные	0,15-0,22	0,12-0,18	0,10-0,14	0,07-0,11	0,05-0,08

Прим.: \*- определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Кирсанову;

\*\* - определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Чирикову.

## Приложение 24

Примерные коэффициенты использования растениями  
подвижных форм калия из почвы (рекомендации автора)

Культуры	Обеспеченность почвы подвижными формами калия				
	очень низкая и низкая	средняя	повышенная	высокая	очень высокая
Нечерноземные почвы*					
Яр. зерновые и однолет. травы	0,14-0,21	0,11-0,16	0,09-0,13	0,06-0,10	0,05-0,07
Оз. зерновые, многолет. травы	0,18-0,26	0,14-0,20	0,11-0,17	0,08-0,12	0,06-0,09
Пропашные	0,26-0,40	0,20-0,30	0,16-0,24	0,12-0,18	0,09-0,13
Черноземные почвы**					
Яр. зерновые и однолет. травы	0,18-0,27	0,14-0,20	0,11-0,16	0,07-0,11	0,06-0,08
Оз. зерновые, многолет. травы	0,23-0,34	0,17-0,26	0,14-0,20	0,09-0,14	0,07-0,11
Пропашные	0,34-0,50	0,25-0,37	0,19-0,29	0,14-0,20	0,10-0,15

Прим.: \*- определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Кирсанову;

\*\* - определение подвижных форм  $P_2O_5$  по Чирикову

## Приложение 25

Примерные коэффициенты использования питательных элементов  
из удобрений\*

Годы действия	Коэффициенты использования		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Минеральные удобрения			
За ротацию	0,65-0,80	0,30-0,60	0,65-1,00
в т. ч за 1-ый год	0,50-0,70	0,10-0,30	0,50-0,70
за 2-ой год	0,03-0,05	0,10-0,15	0,10-0,15
за 3-ый год	0,02-0,03	0,05-0,10	0,05-0,10
Органические удобрения			
За ротацию	0,50-0,75	0,50-0,65	0,65-0,85
в т. ч за 1-ый год	0,20-0,30	0,30-0,40	0,45-0,60
за 2-ой год	0,15-0,20	0,10-0,15	0,15-0,20
за 3-ый год	0,10-0,15	0,05-0,10	0,05-0,10

Прим.: \* - по данным ряда авторов [1, 5, 7, 14, 15].

## Приложение 26

Примерное содержание влаги и NPK в органических удобрениях, %

Удобрение	Вода	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Навоз* полуперепрев. смешанный	75	0,50	0,25	0,60
полуперепрев. КРС	77	0,45	0,23	0,50
полуперепрев. свиной	72	0,45	0,19	0,60
полуперепрев. конский	71	0,58	0,28	0,63
полуперепрев. овечий	65	0,83	0,23	0,67
перепревший смешанный	68	0,60	0,30	0,75
Навозная жижа	-	0,32	0,09	0,47
Полужидкий навоз КРС	88	0,40	0,20	0,45
Жидкий навоз КРС (гомогенизированный)	93	0,27	0,06	0,25
в т.ч. твердая фракция	79	0,35	0,14	0,23
жидкая фракция	97	0,24	0,03	0,27
Навозные стоки	97	0,10	0,04	0,10
Помет куриный	75	1,50	1,40	0,50
куриный термической сушки	17	4,54	3,65	1,74
гусиный	83	0,50	0,50	0,80
утиный	83	0,60	0,80	0,30
индюшинный	75	0,70	0,60	0,50
Фекалий (смесь)	93	1,10	0,26	0,22
Канализационные стоки	-	0,01	0,002	0,004
Зеленая масса люпина	75	0,45	0,10	0,17
донника	75	0,77	0,05	0,19
вики	75	0,57	0,15	0,25
клевера	75	0,50	0,14	0,38
Компост торфонавозный (1:1)	67	0,60	0,16	0,30
торфожижевый (1:1)	75	0,70	0,08	0,28
торфофекальный (1-0,5:1)	67	0,65	0,25	0,23
торфопометный (2:1)	70	0,70	0,15	0,08
из городского мусора	71	0,80	0,50	0,40
Солома озимой пшеницы	15	0,45	0,16	0,84
озимой ржи	15	0,42	0,13	0,98
яровой пшеницы	15	0,50	0,14	0,80
ячменя	15	0,50	0,16	1,32
овса	15	0,50	0,16	1,60
гороха	15	1,40	0,34	1,06
рапса	15	0,53	0,11	0,85
Торф верховой	на	1,00	0,09	0,10
переходной	сухое	1,65	0,15	0,10
низинный	в-во	2,80	0,31	0,15

Прим: \* на соломенной подстилке.